



Universidad
Zaragoza

Trabajo Fin de Máster

En Profesorado de E.S.O., F.P. y Enseñanzas de
Idiomas, Artísticas y Deportivas

Especialidad de Física y Química

Reflexiones de una futura docente

Inside the mind of a future teacher

Autora

María Galiana Cameo

Directora

Esther Cascarosa Salillas

FACULTAD DE EDUCACIÓN

2019

ÍNDICE

1. Introducción.....	2
2. Justificación.....	4
2.1. Proyecto de innovación.....	4
2.2. El enfoque de la actividad científica.....	5
3. Análisis de trabajos.....	7
3.1. C.S.I. Marianistas: el misterio del examen robado.....	7
3.2. Estudio de la caída libre de dos cuerpos con distinta masa desde el enfoque de la actividad científica.....	8
4. Reflexiones sobre los trabajos seleccionados.....	11
5. Reflexiones sobre mi paso por el Máster.....	13
5.1. Contenidos disciplinares de Física.....	13
5.2. Diseño, organización y desarrollo de actividades para el aprendizaje de Física y Química.....	15
5.3. Evaluación e innovación docente e investigación educativa en Física y Química.....	17
6. Conclusiones.....	20
7. Referencias.....	22
8. Anexos.....	23
Anexo 1.....	23
Anexo 2.....	41

1. INTRODUCCIÓN

El presente Trabajo Fin de Máster tiene por objeto reflexionar sobre mi experiencia personal tras cursar el Máster de Profesorado. Para ello, considero fundamental hacer referencia a mi formación previa, así como a los motivos que en su momento me llevaron a cursarlo.

En primer lugar, soy licenciada en Química por la Universidad de Zaragoza. Tras finalizar la licenciatura, decidí cursar el Máster de Biología Molecular y Celular en la misma universidad, puesto que la aplicación de la química al ámbito biológico siempre me ha resultado fascinante. Posteriormente, estuve trabajando en un proyecto de investigación asociado al mismo y, tras ello, comencé el doctorado en el departamento de Química Inorgánica de la Universidad de Zaragoza, en el cual todavía sigo embarcada.

A pesar de que la investigación siempre ha sido mi ocupación principal, considero que llevo el gen docente en mi ADN. Como anécdota comentar que ya con cinco años, al llegar a casa, le intentaba enseñar a leer a mi hermana pequeña. Pero no solo ha quedado en anécdota, sino que durante toda la carrera he compaginado mis estudios con la impartición de clases particulares a alumnos de todas las edades. Si ciertamente es más sencillo enseñar a un alumno de forma individual, el siguiente paso en la dirección docente lo di cuando entré a trabajar en el colegio de verano de la academia Piquer. Fue ahí donde pude comprobar lo que realmente significa gestionar un grupo de alumnos, cada uno con sus propias necesidades. A pesar del ritmo desenfrenado al que estuve sometida, considero la experiencia muy enriquecedora, puesto que me dio una idea de lo que verdaderamente supone la educación. Tras esto, fue cuando consideré seriamente cursar este Máster de Profesorado, el cual me habilita para el día de mañana poder ejercer esta profesión, a mi parecer sacrificada pero gratificante al mismo tiempo.

A partir de aquí, mi paso por este máster me ha hecho reflexionar sobre ciertos aspectos que a posteriori considero fundamentales para poder desarrollar adecuadamente mi labor docente. Por ejemplo, ser consciente de que el fracaso escolar es un problema acuciante en nuestra sociedad y que urge indagar en los motivos que pueden estar asociados al mismo. En esta línea, estudios previos aseguran que los padres, como determinantes familiares, el profesorado, como determinante académico, y los propios alumnos, como determinantes personales, pueden influir notablemente en la evolución escolar de estos últimos (Lozano Díaz, 2003).

En este sentido, no cabe duda de que el primer factor que influye en la educación de un niño es el entorno familiar, puesto que se trata de su primer contacto social. No obstante y considerando la temprana edad de escolarización, su etapa escolar va a determinar en gran medida, no solo parte de su educación, sino también de su carácter y personalidad. Por ello, centrando la atención en el éxito académico del alumnado, otros dos factores importantes que afectan a su rendimiento son la calidad y la capacidad profesional del profesor, el cual debe tener un compromiso claro con sus alumnos, el centro y la educación misma, y una actitud cooperativa con las familias y la comunidad, motivos por los cuales se merece el apoyo y reconocimiento en el ejercicio de su tarea.

Finalmente, una cuestión importante que puede condicionar el rendimiento académico del alumno, y que debe encontrarse dentro de los principales objetivos del docente, es fomentar su curiosidad por aprender y adquirir nuevos conocimientos que posteriormente puedan ayudarle a resolver problemas de su vida cotidiana. Este hecho lo he podido corroborar a lo largo de mi estancia en el centro donde realicé el Prácticum puesto que, tal y como se comentará más adelante, he podido observar un incremento del interés y motivación de los alumnos cuando se les planteaban ejercicios relacionados con su día a día.

2. JUSTIFICACIÓN

La finalidad del Trabajo Fin de Máster es analizar en profundidad los contenidos teóricos impartidos en las distintas asignaturas para posteriormente relacionarlos con la parte práctica. De esta forma, el proceso de enseñanza-aprendizaje es gradual, permite afianzar los conceptos adquiridos y reflexionar sobre las posibles mejoras.

Para poder justificar convenientemente la selección de los trabajos escogidos, considero fundamental contextualizarlos, ya que la adaptación de los contenidos al contexto del centro y del aula, en gran medida pueden marcar el proceso de enseñanza-aprendizaje de los alumnos. En mi caso, realicé el Prácticum en el colegio Santa María del Pilar-Marianistas. Se trata de un centro muy complejo, debido en parte a su ubicación y a sus dimensiones. Todo esto supone que solo ciertas familias estén dispuestas a asumir los costes derivados del transporte y el comedor escolar, además de las numerosas actividades extraescolares que organizan, hecho que se traduce en una reducida diversidad cultural y económica. En cuanto a la metodología empleada en las clases, tienen totalmente implantadas las TICs y prácticamente todos los alumnos disponen de móvil u ordenador en su mesa. También hay que destacar la propuesta de actividades cooperativas, que les permiten irse introduciendo en la forma de trabajo universitario.

A partir de este breve análisis del centro, he seleccionado dos trabajos que me han ayudado en la preparación de mis clases durante mi estancia en el colegio. El primero de ellos, el proyecto de innovación, ha estado totalmente vinculado puesto que lo he llevado a cabo en el aula y quizás sea del que más conclusiones he podido extraer. El segundo, aunque no ha incidido directamente en mi práctica docente, sí lo ha hecho de manera indirecta, ya que me ha permitido ser consciente de la importancia de la didáctica de la Ciencia, saber cómo el alumno va construyendo su propio conocimiento y cómo ciertas experiencias de su vida cotidiana pueden afectar a la construcción de ideas alternativas que en muchas ocasiones están alejadas de las teorías científicas.

2.1. Proyecto de innovación

Respecto al proyecto de innovación, desde el principio estuvo orientado a incrementar la motivación del alumnado, puesto que en numerosas ocasiones es el principal problema de su fracaso escolar. Además, varios autores la definen como un

concepto muy vinculado al campo de la educación y la consideran esencial para comprender el aprendizaje e incrementar el rendimiento académico de los estudiantes (Anaya-Durand y Anaya-Huertas, 2010; Steinmann, Bosch y Aiassa, 2013).

En relación con el origen de la motivación, la mayor parte de la bibliografía incide en la distinción entre intrínseca, ligada a los intereses, deseos y expectativas de los estudiantes, y extrínseca, relacionada con los aspectos del contexto que pueden actuar como estímulos (Anaya-Durand y Anaya-Huertas, 2010).

Por otra parte, se ha observado una relación directa entre la desmotivación del alumnado y los contenidos impartidos en las asignaturas. Esto es debido a que, en numerosas ocasiones, el profesorado no tiene en cuenta los estímulos de sus estudiantes y por ello no fomenta las condiciones adecuadas para su aprendizaje (Steinmann, Bosch y Aiassa, 2013).

Centrando la atención en los alumnos de Secundaria y en concreto en la asignatura de Física y Química, la inmensa mayoría la consideran abstracta y difícil de comprender. Esto es debido al extremado rigor científico que caracteriza la enseñanza tradicional, que empeora la situación e impide acercarse a la Ciencia a los adolescentes. Por ello, parece útil disponer de recursos y procedimientos que estimulen al alumnado en su contacto con la Ciencia. Es en este punto donde claramente justifico la elección de esta actividad. El hecho de diseñar una dinámica que permita al alumno involucrarse en el papel de científico y encontrar una utilidad práctica a los contenidos que se imparten en las clases teóricas, contribuye a mejorar la comprensión de la asignatura, especialmente en aquellas relacionadas con el área científica.

2.2. El enfoque de la actividad científica

Como se ha comentado anteriormente, el tratamiento metodológico con el que en muchas ocasiones se abordan las asignaturas de Ciencias parece contribuir a que los alumnos no sientan ningún estímulo hacia ella. Además de la falta de motivación, una de las problemáticas más relevantes en este aspecto, es que se ignora que los estudiantes poseen experiencias previas del mundo real y que se basan en su observación a la hora de explicar los fenómenos que perciben (Carrascosa, 1985).

Otra de las dificultades que presenta el proceso de enseñanza-aprendizaje de las Ciencias es la memorización de las fórmulas, sin desarrollar el razonamiento,

aplicándolas de forma automática por comparación con problemas anteriormente resueltos por el profesor, quien da poca importancia a las ideas previas de sus alumnos.

En relación con estas ideas alternativas relacionadas con conceptos científicos, cabe destacar que se encuentran presentes en una gran parte del alumnado y su estudio se ha visto incrementado en las últimas décadas. En particular, la Física recoge numerosas de estas ideas que provocan que el alumno cometa determinados errores conceptuales, especialmente en cuestiones vinculadas al movimiento de los cuerpos (Carrascosa y Gil, 1992; Sebastián, 1984; Hierrezuelo y Montero, 1989). Resulta lógico creer que este hecho es debido a las experiencias previas que el alumno percibe ya desde la niñez y que va forjando como verdades absolutas e irrefutables.

El origen de estas ideas se centra principalmente en la cotidianidad de las experiencias que el propio individuo percibe y que asume como verdaderas por simple observación. El hecho de que unas ideas sean más persistentes que otras reside fundamentalmente en el carácter sensorial y reiterativo de las experiencias que ellos mismos perciben y de las que son protagonistas. No es extraño entonces que el mayor número de ideas alternativas se relacionen con la mecánica puesto que, desde la niñez, antes de recibir ningún tipo de enseñanza científica, el individuo ya comienza a percibir situaciones relacionadas con el movimiento y las fuerzas (Carrascosa, 2014).

Con el objetivo de minimizar al máximo estas dificultades, se propone utilizar una metodología en la que se asocie el modelo teórico del tema en cuestión con una situación física real, estableciendo relaciones que permitan al alumno obtener sus propias conclusiones (Ayensa, Rosado y Los Arcos, 1998).

Por todo ello, y aunque no haya desarrollado directamente esta actividad en el aula, me parece conveniente seleccionarla como una de las dos más representativas de este máster, ya que es la base a partir de la cual he desarrollado todo mi trabajo en el centro. El hecho de tener que replantearme el modo en el que los estudiantes construyen su conocimiento es una pieza clave a la hora de enfocar la preparación de cualquier dinámica.

3. ANÁLISIS DE TRABAJOS

3.1. C.S.I. Marianistas: el misterio del examen robado

Uno de los medios de comunicación que se encuentra al alcance del alumno es la televisión. Ya hace varios años que comenzaron a surgir series que incorporan contenido científico en su guion. Estas series tienen como particularidad la forma de trabajar de sus personajes y pueden ser una buena fuente de recursos para ilustrar el trabajo científico (García, 2005).

No obstante, tanto docentes como estudiantes han de ser plenamente conscientes del fenómeno de magnificación que ejerce la televisión sobre el método científico. Es necesario recalcar que las series televisivas no dejan de ser ciencia ficción y que un caso no se resuelve en un solo día, por lo que también es conveniente desmitificar ciertos tópicos.

Por tanto, el objetivo fundamental de esta dinámica radica en seducir a los estudiantes para que lleguen a razonar según el método científico. En algunos casos será conveniente introducir imágenes espectaculares para captar su atención, aprovechando el impacto que aporta el espectáculo a la hora de inquietar y motivar al alumno (Ferrés i Prats, 1995).

A partir de aquí, se diseñó esta actividad tipo “C.S.I.” para alumnos de 3º de ESO, en la cual se les planteó la resolución de un enigma. Alguien había entrado al despacho del profesor de la asignatura y había robado su examen de Física y Química, dejando tras de sí cuatro pistas. En dos sesiones de laboratorio deberían analizarlas y, con los resultados obtenidos, justificar la elección del culpable del robo (Anexo 1).

Esta actividad se diseñó en consonancia con la unidad didáctica que se estaba impartiendo en las clases teóricas, siguiendo una secuencia lógica y guiando a los alumnos para que no perdiesen de vista los objetivos fundamentales de la práctica. Previamente a la realización de las dos sesiones, la dinámica se explicó en clase y los alumnos dispusieron del guion para poder leerlo y trabajarlo autónomamente. Posteriormente, se organizaron en grupos de cuatro personas y se realizaron los cuatro experimentos planteados en las dos sesiones de laboratorio. En ambas sesiones, se comenzó explicando el fundamento teórico de las dos prácticas que se realizarían ese día y la forma de llevar a cabo los experimentos. A continuación, los alumnos desarrollaron por grupos las prácticas y los últimos minutos se destinaron a la puesta en

común de los resultados dentro del propio grupo y a la redacción del cuaderno de laboratorio. La última sesión fue destinada a la exposición de resultados y a la resolución de dudas, resaltando los aspectos más relevantes de la investigación. Por último, se les proporcionó una hoja de evaluación del proyecto para que ellos mismos lo valorasen. La realización de esta evaluación, coherente con el proceso de aprendizaje, resultó de gran relevancia para corroborar que la actividad se estaba llevando a cabo satisfactoriamente. Para ello, fue muy enriquecedor hacer consciente al alumno, previa realización de la práctica, de los objetivos que se querían alcanzar en la evaluación, explicando el por qué, para quién, qué y cómo se iba a evaluar. De esta manera, si la respuesta a dichas preguntas era satisfactoria, querría decir que se estaba trabajando correctamente; en caso contrario, sería necesario adoptar una serie de medidas correctivas que asegurasen el buen funcionamiento de la actividad.

Tras la realización de esta dinámica, se ha observado un incremento en la motivación de los alumnos al plantearles este tipo de experiencias didácticas relacionadas con series televisivas, hecho que se ha visto reflejado en comentarios que ellos mismos han realizado en la valoración de la práctica: “Me ha parecido un proyecto ameno y útil, una forma más entretenida de aprender química”; “El proyecto me ha ayudado a comprender mejor la teoría y me ha motivado más”; “Me parece muy interesante relacionar la teoría con un proyecto más interactivo, para aprender más y no solo memorizar”; “Este proyecto me ha parecido interesante porque me ha permitido darme cuenta de que la teoría que damos en clase sirve para algo y se puede aplicar en la vida real”. Una vez alcanzado este objetivo, considero que el éxito se debe fundamentalmente a que los propios alumnos fueron quienes realizaron los experimentos en el laboratorio, sintiéndose protagonistas de su propio aprendizaje y, de esta forma, mejorando su rendimiento.

3.2. Estudio de la caída libre de dos cuerpos con distinta masa desde el enfoque de la actividad científica

Este trabajo se ha centrado en comprender el origen de las ideas alternativas que poseen alumnos de 4º de ESO que cursan la asignatura de Física y Química, en relación a la caída libre de los cuerpos, y en diseñar actividades que les ayuden a comprender los fundamentos teóricos a través de su propia experiencia (Anexo 2). En concreto, la idea alternativa en la cual se profundiza está vinculada a la asociación directa de la masa de

un objeto con la velocidad que éste alcanza en caída libre. Un elevado porcentaje de alumnos considera que el objeto de mayor masa llegará antes al suelo, por lo que es completamente lógico que, debido a su propia experiencia, el alumno dude de la veracidad de las teorías científicas.

Con el objetivo de minimizar al máximo estas dificultades, se propuso utilizar una metodología en la que se asociase el modelo teórico del tema en cuestión con una situación real, estableciendo relaciones que permitiesen al alumno obtener sus propias conclusiones.

La actividad comienza presentando el problema de la bola de bolos y la pluma y se lanza la siguiente pregunta: ¿qué objeto cae antes? Lo fundamental al formularla es hacer hincapié en el porqué. Seguramente las respuestas de los alumnos a esta edad sean que obviamente la bola cae antes porque es más pesada. A continuación, se plantea la misma cuestión con un folio y un libro. ¿Cuál cae antes? Se puede realizar la experiencia dejando caer ambos objetos a la vez, comprobando que el libro cae sin desviarse y el folio irá cayendo suavemente, desviándose de la vertical. Esta pequeña experiencia ya deja entrever cuál es uno de los motivos de la diferencia de tiempos de caída: el rozamiento con el aire. Para demostrarlo se les pide que repitan la experiencia, pero esta vez colocando el folio encima del libro y dejando caer ambos a la vez. ¿Qué sucede ahora? ¿Llegan a la vez o el folio permanece durante más tiempo en el aire? Según la respuesta anterior, como el folio es más ligero, debería caer más despacio y quedarse levitando hasta llegar al suelo suavemente, pero no ocurre así.

Por último, y para comprobar que el tiempo de caída no depende de la masa del objeto y que las diferencias que se observan están relacionadas con la forma o la densidad de los objetos que se utilizan, los alumnos trabajarán con plastilina. Cada grupo dispondrá de un ladrillo de plastilina con el que deberán formar bolas de diferente tamaño. La experiencia consiste en dejar caer ambas bolas desde un mismo punto, tomando los tiempos a distintas alturas, y observar cómo llegan al suelo. Para grabar el momento del impacto contra el suelo pueden usar los teléfonos móviles. Dado que no se trata de una situación ideal, lo normal es que aparezcan ligeras diferencias. Para explicarlas se puede recurrir al siguiente vídeo, en el cual se dejan caer simultáneamente una pluma y una bola de bolos desde la misma altura en una torre de vacío: <https://www.youtube.com/watch?v=E43-CfukEgs>.

El principal objetivo de esta actividad es que el alumno sea capaz de aplicar los conocimientos de Física a momentos de la vida cotidiana, viendo más allá de las fórmulas y ejemplos que aparecen en los libros de texto. Además, esta actividad también fomenta otras competencias transversales como el trabajo en equipo, favoreciendo la cooperación entre todos los miembros del grupo, la gestión del tiempo y los materiales disponibles, a la vez que promueve la autonomía del alumno, dándole libertad a la hora de diseñar los detalles de sus experimentos.

En cuanto a la evaluación del proyecto, ésta se realiza de forma individual, utilizando como herramientas el cuaderno de laboratorio, que permite valorar el trabajo continuo del alumno o del grupo de trabajo y en donde deben detallarse todos los pasos realizados durante el transcurso de la actividad, el planteamiento del problema a resolver, las dificultades que han aparecido durante el desarrollo y cómo han sido subsanadas, los datos recogidos y los resultados obtenidos; y una ficha de autoevaluación y coevaluación que, a modo de rúbrica, se les proporcionará a cada miembro del grupo para que puedan evaluar su propio trabajo, así como el del resto de compañeros.

Finalmente, cabe señalar que el modelado de este tipo de ideas alternativas, así como el camino que conduce al aprendizaje verdaderamente significativo de la teoría científica, se puede alcanzar intentando que el alumno sea el protagonista de su propio aprendizaje, es decir, realizando dinámicas que permitan acercarle a los conocimientos que a priori le resultan abstractos y le suponen un esfuerzo extra a la hora de abordarlos. A pesar de todo, es importante destacar que cuando el docente califica como errónea una de estas respuestas derivadas de una idea alternativa del alumno, solamente está indicando que ésta se aleja de la teoría científicamente aceptada y en ningún momento realiza un juicio de valor sobre su procedencia. Es por todo ello que nunca deben considerarse un inconveniente en el proceso de aprendizaje del alumno, sino el origen a partir del cual se reconstruya su conocimiento científico.

4. REFLEXIONES SOBRE LOS TRABAJOS SELECCIONADOS

Desde un punto de vista crítico y basándome en mi experiencia personal, he escogido estos trabajos como los más significativos del máster puesto que creo que ambos me han aportado una visión realista de lo que supone enfrentarse a un grupo de alumnos. No cabe duda de que el Prácticum es el culmen de todo el curso, pero la preparación previa de las actividades para poder desarrollar satisfactoriamente la puesta en escena frente a los alumnos me lo han proporcionado estos dos trabajos. Es cierto que al principio iba un poco a ciegas, ya que nunca me había planteado ciertas cuestiones fuera del plano teórico, pero tras realizar una investigación bibliográfica fundamentada en otros profesionales que trabajan en este ámbito, me fueron surgiendo ideas que después conseguí aplicar en el aula.

En referencia al Proyecto de Innovación Docente que he llevado a cabo, estoy muy satisfecha con los resultados obtenidos, especialmente con el grado de motivación e interés que han mostrado los alumnos y que, en definitiva, era uno de los objetivos fundamentales del proyecto. Sin embargo, en cuanto a las calificaciones del guion y del cuaderno de laboratorio, me han sorprendido especialmente las del cuaderno, por no ser demasiado altas. Bastantes alumnos no han seguido el formato planteado en clase y en lugar de ordenar el cuaderno por pistas, hacer un resumen de cada una de ellas, con su ecuación química, los cálculos realizados y las observaciones, muchos lo han organizado por sesiones. Puesto que en cada sesión se realizaban dos prácticas, en ocasiones han mezclado conceptos de ambas y, aunque todos han resuelto la actividad, la mayor parte lo han hecho por comparación con la huella dactilar y por la resolución del acertijo que estaba escrito en el papel que revelaron con extracto de col lombarda. Como la metodología empleada consistía en explicar previamente las dos prácticas que se iban a realizar en la sesión, posteriormente se ejecutaban ambas y por último se redactaba el cuaderno, quizás hubiese ayudado más en este sentido explicar solamente una de ellas, llevarla a cabo, redactar el cuaderno y pasar a la siguiente. Es por ello que considero muy importante no perder de vista los objetivos fundamentales del proyecto y hacer que los alumnos sean plenamente conscientes de ellos. No cabe duda de que la motivación durante el aprendizaje de la Química y la Ciencia en general es fundamental para incrementar el rendimiento de los alumnos, pero el objetivo final es que aprendan los conceptos químicos que hay detrás de la puesta en escena del proyecto. Para ello, es conveniente recordarles de vez en cuando que la Ciencia es útil para la resolución de

problemas cotidianos, pero que no deben quedarse únicamente con la anécdota, sino con el fundamento científico que hay detrás de ella.

Además de que suponga para los alumnos un extra de motivación y de que asimilen de una forma más interactiva los conceptos de la unidad didáctica en cuestión, otro de los objetivos del proyecto, que quizás pase más desapercibido, es que los alumnos aprendan a redactar y a escribir correctamente y sin faltas ortográficas. En este sentido, creo que todavía queda trabajo por hacer, ya que muchas veces ellos no entienden por qué se les tiene que corregir la ortografía en una asignatura de Ciencias. El reto está en que desde todas las asignaturas se les recalque la importancia del lenguaje y de saber redactar correctamente, puesto que se trata de un medio de comunicación que van a emplear constantemente en su día a día.

En cuanto al trabajo del enfoque de la actividad científica, me parece fundamental ahondar en la construcción del conocimiento de los alumnos, ya que puede resultar muy útil a la hora de explicar ciertos conceptos controvertidos. A pesar de que este trabajo no lo he llevado a la práctica en el aula, sí me ha hecho replantearme ciertas metodologías de trabajo. En numerosas ocasiones el alumno es capaz de asimilar mejor los conceptos teóricos si es él mismo quien los experimenta; de no ser así, será incapaz de razonarlos y se limitará a resolver los problemas planteados por el profesor de forma mecánica.

A modo de autocrítica, creo que las actividades seleccionadas están a la altura de lo esperado. Independientemente, soy consciente de que, aunque se diseñe una dinámica a conciencia, hasta que ésta no se pone en práctica dentro del aula no se puede vaticinar su éxito. Este hecho depende en gran medida del grupo concreto al que nos enfrentemos, puesto que una realidad de la que he sido consciente tras cursar este máster es que no todos los alumnos responden de la misma forma a las actividades planteadas, es decir, cada alumno está inmerso en un contexto y una circunstancia concreta y la consecución de los objetivos planteados inicialmente depende tanto del docente como del grupo al que se enfrenta.

5. REFLEXIONES SOBRE MI PASO POR EL MÁSTER

5.1. Contenidos disciplinares de Física:

Dificultades y características que plantea el aprendizaje de la Física

El tratamiento metodológico con el que en numerosas ocasiones se aborda la asignatura de Física parece contribuir a que los alumnos no sientan ningún estímulo hacia ella. Frecuentemente, una de las problemáticas más relevantes en este aspecto, es que se ignora que los estudiantes poseen experiencias previas del mundo real y que se basan en su observación a la hora de explicar los fenómenos físicos que perciben.

Otra de las dificultades que presenta el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física es la memorización de las fórmulas, sin desarrollar el razonamiento, aplicando mecánicamente los principios lógicos en problemas similares a los resueltos por el profesor, quien da poca importancia a las ideas previas de sus alumnos.

Con el objetivo de minimizar al máximo estas dificultades, en esta asignatura se propone utilizar una metodología en la que se asocie el modelo teórico del tema en cuestión con una situación física real, estableciendo relaciones que permitan al alumno obtener sus propias conclusiones.

En definitiva, las dificultades en la planificación de este tipo de experiencias cercanas al alumno o la falta de dominio de estas destrezas tiene repercusiones en la comprensión de la Física, por lo que resulta muy interesante trabajar en torno a la didáctica de esta Ciencia para llegar a obtener resultados óptimos en su aprendizaje.

Análisis de las actividades realizadas

- Enfoque de la actividad científica: la realización de este tipo de experiencias asociadas a objetos de la vida cotidiana es positiva, ya que supone una fuente de motivación extra para el alumno y un reto para el profesor. Por ello, esta metodología puede ayudar a los alumnos a comprender conceptos de física que muy probablemente les resulten abstractos o quizás les ayude a mitigar esos errores conceptuales que habían adquirido previamente.

De cualquier forma, queda claro que el diseño y elaboración de este tipo de sesiones conlleva tiempo y dedicación, no sólo a la hora de seleccionar el experimento

en cuestión, sino también el enfoque y las preguntas que se les quieran formular a los alumnos para guiarles en su investigación.

- Enfoque CTS: el principal interés de abordar los contenidos o conceptos de física desde esta perspectiva es acercar al alumno a la Ciencia, mostrarle que no es un mundo tan abstracto como considera y que todo lo que nos rodea está relacionado con ella. El hecho de hacerle consciente de esta realidad va a aumentar su interés y motivación por la asignatura, al comprobar la utilidad de los conceptos explicados en relación con situaciones cotidianas.

- Enfoque por proyectos: si se diseñan adecuadamente, se pueden abordar numerosas competencias que el alumno, quizás sin ser del todo consciente, va adquiriendo durante el desarrollo del mismo. Entre ellas, cabe destacar la importancia del trabajo en grupo, que ayuda también en el manejo de las relaciones interpersonales. No obstante, es importante seleccionar bien el tema, ya que diseñar una actividad de este tipo no es tan trivial como parece. Para ello, resulta fundamental plantear cuidadosamente los objetivos que se quieren alcanzar y relacionarlos convenientemente con los contenidos del currículo.

- Enfoque de la naturaleza de la Ciencia: tiene como objetivo final enriquecer la educación científica, ayudando al alumno a mejorar la comprensión del progreso científico e incrementando su motivación. Sin embargo, es importante proporcionar una visión más global de la Ciencia, por lo que resulta fundamental humanizarla, prestando especial atención al contexto social e histórico y tratando las posibles controversias que surgieron en su momento. En definitiva, este proceso de humanización relativo a la construcción del conocimiento físico supone acercar al alumno y permitirle conocer el contexto histórico y personal en el que estos científicos desarrollaron su trabajo. De esta forma, quizás sean capaces de entender sus comportamientos y actitudes e interesarse por los avances científicos que han sido tan relevantes para la humanidad y que ahora es importante que ellos estudien. Si el alumno es capaz de interiorizar que la Ciencia fue y es desarrollada por personas como él, que en su momento se plantearon problemas cotidianos cuya resolución les suponía un reto, es posible que se interese más por la Ciencia y sea capaz de construir un conocimiento físico que le resulte útil y provechoso. Por lo tanto, con esta perspectiva se trata de mostrar a los alumnos un ejemplo de construcción real de un concepto científico.

- Enfoque desde la perspectiva de género: por otra parte, resulta muy interesante trabajar en el aula con modelos femeninos ya que, hasta el momento, en la educación se había normalizado la desigualdad, hecho que influye en que tanto hombres como mujeres adoptasen estos roles. Por lo tanto, es innegable el papel que la educación ha tenido en la reproducción de los modelos de desigualdad entre hombres y mujeres. Aunque actualmente se haya legislado a favor de la igualdad de género, el uso del lenguaje inclusivo o la participación en organismos políticos, estos esfuerzos no siempre son suficientes. La igualdad de género requiere un proceso de culturización que cambie concepciones y prácticas socialmente adquiridas. Por ello, es necesario un cambio orientado hacia la igualdad en la práctica educativa que incluya a todas las personas involucradas y permita desarrollar una educación sin discriminación. Teniendo en cuenta que el proceso de socialización que se da en los primeros años escolares contribuye a la formación de la identidad social, el papel de la educación es fundamental para visibilizar las desigualdades existentes en la sociedad. Por ello, resulta relevante el estudio de figuras femeninas, y los conflictos a los que tuvieron que enfrentarse, para visibilizar el papel de la mujer, no solo desde el punto de vista científico, sino en la sociedad en general. La motivación en este sentido va orientada a concienciar a los alumnos de que el género no supone ningún tipo de barrera a la hora de hacer Ciencia y que el papel de la mujer en la investigación, aun contra todo pronóstico, ha sido clave en el desarrollo de muchos de los conocimientos que tenemos hoy en día. No cabe duda de que plantear la Ciencia desde el estudio de su naturaleza o desde una perspectiva de género va a suponer un aumento de la motivación por parte del alumno. El hecho de conocer el contexto de la persona por la cual ha de estudiar determinados conceptos, permite un mayor acercamiento a la Ciencia y un interés extra por el tema en cuestión.

5.2. Diseño, organización y desarrollo de actividades para el aprendizaje de Física y Química:

Dificultades y características que plantea el diseño de nuevas actividades

A la hora de diseñar nuevas actividades para el aprendizaje de determinadas unidades didácticas, la mayor parte del tiempo no se invierte en impartir la clase como

tal, sino en diseñar los experimentos, plantearlos, reunir los materiales necesarios y comprobar que realmente funcionan.

Por ello, una vez finalizada la asignatura, soy plenamente consciente del trabajo que supone realizar este tipo de actividades en el aula. Es por este motivo que creo que esta profesión es claramente vocacional y que la primera persona que debe sentir y demostrar entusiasmo por la asignatura es el propio docente. Por ello, utilizar estos recursos para explicar determinados conceptos, no sólo supone una motivación extra para el alumnado, sino también para el profesor, que realiza su trabajo de manera práctica y eficiente.

Además, el valor didáctico de las actividades que se realizan fuera del aula es muy valioso, ya que evita el aprendizaje estático del alumno y le permite experimentar los conceptos desarrollados en las clases teóricas. En general, esta forma de trabajar se podría aplicar a todos los conceptos físicos puesto que, normalmente, para poder llegar a comprenderlos, los alumnos tienen que haber adquirido una capacidad de abstracción que no siempre es acorde a su nivel de madurez. Además, la Física tiene el inconveniente de que los estudiantes poseen experiencias previas del mundo real basadas en su observación, por lo cual, trabajando de esta forma, quizás les resultase más sencillo comprender determinados conceptos como los principios de la hidráulica o los asociados al movimiento, que se contraponen a los hechos que observan diariamente.

También es interesante aplicar esta forma de trabajar a ciertos conceptos químicos, como puede ser la unidad didáctica de las reacciones químicas, ya que es un tema que se presta a ello y además permite a los alumnos reconocer la utilidad del ajuste de ecuaciones químicas y del cálculo estequiométrico.

Considero que el simple hecho de trabajar de esta forma ya supone una fuente de motivación para los alumnos, puesto que dejan atrás los actos de fe que se les pide que realicen al explicarles la teoría de manera magistral, pasando a comprobar con sus propios ojos el fundamento teórico de una dinámica a partir de su propia experimentación. Lo importante no es obsesionarse con la completa implementación de esta metodología, sino optimizar recursos y esfuerzos, de tal forma que este cambio se realice paulatinamente.

Por tanto, el desarrollo de estas experiencias aporta al alumno una visión crítica de la realidad y puede ayudarle en la resolución de problemas cotidianos. Al fin y al cabo, en eso consiste nuestra labor como docentes, en potenciar las capacidades de nuestros alumnos para que sean personas competentes y críticas en nuestra sociedad.

Análisis de las actividades realizadas

Dentro de la asignatura, se han realizado distintos seminarios muy interesantes en los cuales, profesionales de la enseñanza exponían su experiencia como docentes. En varias de ellas, los ponentes comentaban la importancia y la necesidad de cambiar la metodología actual de enseñanza. Para ello, se servían de objetos muy cotidianos y fáciles de conseguir, con el fin de estimular a los alumnos en su aprendizaje, independientemente de los recursos económicos del centro.

Por otra parte, existe la posibilidad de realizar visitas guiadas con los alumnos a exposiciones relacionadas con la Ciencia, como por ejemplo al Museo Pablo Serrano en donde es posible conocer en profundidad curiosos y llamativos experimentos para trabajar con ellos.

En cuanto al diseño de trabajos prácticos en grupo, resulta fundamental focalizar la asignatura hacia esta línea, permitiendo conocer otros puntos de vista a partir del análisis de los trabajos realizados por el resto de compañeros. Todo ello contribuirá posteriormente a mejorar el diseño de las actividades desarrolladas dentro del Prácticum.

Finalmente, el proyecto didáctico es sin duda el broche final de la asignatura y posiblemente uno de los trabajos más útiles del máster, puesto que permite planificar y desarrollar una serie de actividades que posteriormente se pueden poner en práctica con los alumnos del centro, obteniendo resultados muy positivos.

5.3. Evaluación e innovación docente e investigación educativa en Física y Química:

Dificultades y características que plantea el proceso de evaluación

A priori, parece que lo más importante a la hora de dar clase es fijar los objetivos que se desean conseguir y, a partir de ahí, desarrollar las actividades relacionadas con los contenidos que se deben impartir. No obstante, dejar en un segundo plano la

evaluación, tanto de esas actividades como del proceso de enseñanza-aprendizaje, es un grave error ya que, poniéndome en el papel de estudiante, la preparación de una asignatura cambia mucho en función de su sistema de evaluación.

Teniendo en cuenta estas premisas, es importante también analizar el sentido que tiene evaluar partiendo de las características del alumno, es decir, es fundamental diseñar una evaluación, o más bien reorientarla, en función del tipo de alumnado al que vaya dirigida. Sin embargo, recordando mi etapa como estudiante, jamás se evaluó a nadie de una forma distinta, independientemente de su situación. Aunque de primeras me pareciese injusto que no se evaluase a todos por igual, pensándolo mejor, lo realmente injusto es no hacerlo de esta forma. Cada alumno tiene unas necesidades y quizás su aprobado o suspenso no dependa tanto de si ha adquirido los conocimientos adecuados o no, sino de no saber enfrentarse al sistema de evaluación que el docente ha seleccionado. Realmente es un tema complicado, por el hecho de que surjan suspicacias entre alumnos, incluso entre padres, pero quizás si educásemos en esa línea de inclusión y empatía, a nadie le resultarían extrañas este tipo de actuaciones.

En definitiva, es muy importante disponer de herramientas que te ayuden a la hora de diseñar una evaluación, ya que en ella se va a basar en gran medida el éxito o fracaso de nuestros alumnos. Durante el Prácticum he podido comprobar lo complicado que resulta evaluar de esta forma ya que, aun teniendo muy bien definidos desde el principio tanto los criterios de evaluación como de calificación, después de haber llevado a cabo la experiencia te das cuenta de que se podría haber hecho mejor de otra forma. De cualquier manera, soy consciente de que es difícil evaluar correctamente desde el principio. Se trata más de una carrera de fondo en la que vas aprendiendo de los errores, al igual que ocurre con la innovación. No obstante, siempre es bueno disponer de herramientas que te ayuden a ir mejorando día a día y, sobre todo, hacer un esfuerzo por continuar formándonos en esta línea.

Análisis de las actividades realizadas

En primer lugar, y en un sentido más práctico, la asignatura ofrece distintas herramientas de evaluación hasta ahora desconocidas para mí, como por ejemplo Plickers. Este tipo de aplicaciones resultan de gran interés puesto que permiten evaluar de una forma sencilla a los alumnos, a los cuales también les resulta curiosa esta forma de trabajar y además no es necesario disponer de dispositivos electrónicos para llevarla a cabo.

En cuanto a las visitas de otros profesionales de la docencia, considero que éstas aportan una visión más amplia de lo que es hoy en día la educación. En materia de evaluación, es importante ser capaz de evaluar por competencias, es decir, valorar la realización de las tareas, que deben estar estrechamente ligadas a los criterios de evaluación definidos previamente. También es interesante comparar la evaluación tradicional con la auténtica, para saber de dónde se parte y a dónde se quiere llegar y, por último, diseñar una evaluación que suponga una motivación para el alumnado.

Por otra parte, la puesta en marcha de proyectos interactivos supone una fuente de motivación para los alumnos, ya que les permite introducirse en el aprendizaje del conocimiento. No obstante, se necesita una gran inversión de tiempo y dinero para desarrollar un proyecto de este tipo, además de tener en cuenta aspectos logísticos como pueden ser, por ejemplo, limitaciones de software, cuyas actualizaciones dependan del sistema operativo que se esté utilizando.

Por último, el Proyecto de Innovación Docente sigue la línea del Proyecto Didáctico. La diferencia entre ambos radica prácticamente en que en el primero se tiene en cuenta, además del diseño de actividades, la metodología de evaluación. Como se ha comentado anteriormente, resulta fundamental establecer claramente los criterios de evaluación y calificación de cada una de las actividades que se lleven a cabo, así como hacer al alumno conocedor de los mismos.

6. CONCLUSIONES

Una vez finalizado este máster, la verdad es que me siento satisfecha con los conocimientos que he adquirido. Soy plenamente consciente del trabajo que supone ser docente y el tiempo que es necesario invertir para realizar actividades como las que se han expuesto en esta memoria, puesto que lo que supone un mayor esfuerzo no es impartir la clase como tal, sino diseñar las clases, plantear los experimentos, reunir los materiales necesarios y comprobar que realmente funcionan. No obstante, el valor didáctico de este tipo de actividades es muy valioso, ya que evita el aprendizaje estático del alumno y le permite experimentar los conceptos desarrollados en las clases teóricas.

Por otra parte, considero que el hecho de realizar un aprendizaje guiado para que el alumno conozca en profundidad el significado científico de un determinado concepto, puede ayudarle a minimizar errores posteriores. De esta forma, se evita que solamente recurra a su capacidad memorística, fomentando el desarrollo de su razonamiento. Poniéndome en el papel de estudiante, sin lugar a duda, a mí me hubiese encantado que mis profesores hubiesen utilizado esta metodología, especialmente en la asignatura de Física. Reconozco que siempre tuve problemas en comprenderla, ya que me limitaba a memorizar las fórmulas asociadas a cada contenido del currículo e intentaba introducirlas adecuadamente en los problemas que tenía que resolver. No obstante, quizás si me hubiesen introducido este tipo de dinámicas, me hubiesen ayudado a mitigar a tiempo muchos errores de concepto que fui arrastrando posteriormente.

En relación con la labor del docente, ha quedado claro que la cantidad de tiempo y esfuerzo que es necesario invertir en la preparación de una asignatura siguiendo esta metodología es muy elevado. Sin embargo, considero fundamental para llevarla a cabo disponer de un elevado grado de motivación, que sin duda se verá reflejado en el desarrollo de las sesiones y que también se transmitirá al alumnado. Por ello, y a pesar de suponer un cierto sacrificio para el docente, creo que merece la pena intentar desarrollar este tipo de dinámicas. Lo importante no es obsesionarse con la completa implementación de esta metodología, sino que hay que optimizar recursos y esfuerzos, de tal forma que este cambio se realice paulatinamente.

En cuanto al papel del alumnado, considero que el simple hecho de trabajar de esta forma ya supone una fuente de motivación para ellos, puesto que dejan atrás los actos de fe que se les pide que realicen al explicarles la teoría de manera magistral, pasando a

comprobar con sus propios ojos el fundamento teórico de una dinámica a partir de su propia experimentación. De cualquier forma, lo que tengo claro es que este tipo de dinámicas concuerdan perfectamente con mi filosofía de enseñanza e intentaré ponerlas en práctica.

Finalmente, reiterar que esta profesión es claramente vocacional y que la primera persona que debe sentir y demostrar entusiasmo por la enseñanza es el propio docente. Por ello, utilizar los recursos que se nos han ofrecido a lo largo del curso para explicar determinados conceptos, no sólo supone una motivación extra para el alumnado, sino también para el profesor, que realiza su trabajo de manera práctica y eficiente. En definitiva, esta metodología aporta al alumno una visión crítica de la realidad y puede ayudarlo en la resolución de problemas cotidianos. Al fin y al cabo, en eso consiste nuestra labor como docentes, en potenciar las capacidades de nuestros alumnos para que sean personas competentes y críticas en nuestra sociedad.

7. REFERENCIAS

- Anaya-Durand, A. y Anaya-Huertas, C. (2010). ¿Motivar para aprobar o para aprender? Estrategias de motivación del aprendizaje para los estudiantes. *Tecnología, Ciencia, Educación*, 25(1), 5-14.
- Ayensa, J.M., Rosado, L. y Los Arcos, M.L. (1998). El ordenador en trabajos prácticos. Análisis de una experiencia en el aula de Física en Educación Secundaria. *Contextos educativos*, 1, 31-52.
- Carrascosa, J. (1985). Errores conceptuales en la enseñanza de la física y la química: una revisión bibliográfica. *Enseñanza de las Ciencias*, 3(3), 230-234.
- Carrascosa, J. y Gil, D. (1992). Concepciones alternativas en mecánica. *Enseñanza de las Ciencias*, 10(3), 314-328.
- Carrascosa, J. (2014). Ideas alternativas en conceptos científicos. *Revista científica*, 1(18), 112-137.
- Ferrés i Prats, J. (1995). Televisión, espectáculo y educación. *Comunicar*, 4, 37-41.
- García, F.J. (2005). La serie C.S.I. como metáfora de algunas facetas del trabajo científico. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 2(3), 374-387.
- Hierrezuelo, J. y Montero, A. (1989). *La Ciencia de los alumnos: su utilización en la didáctica de la Física y Química*. Madrid: Laia/MEC.
- Lozano Díaz, A. (2003). Factores personales, familiares y académicos que afectan al fracaso escolar en la Educación Secundaria. *Revista Electrónica de Investigación Psicoeducativa y Psicopedagógica*, 1, 43-66.
- Sebastiá, J.M. (1984). Fuerza y movimiento: la interpretación de los estudiantes. *Enseñanza de las Ciencias*, 2(3), 161-169.
- Steinmann, A., Bosch, B. y Aiassa, D. (2013). Motivación y expectativas de los estudiantes por aprender ciencias en la universidad. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 18(57), 585-598.

ANEXO 1

Título: C.S.I. Marianistas: el misterio del examen robado.

Introducción

Antecedentes:

En Marianistas, ya desde hace varios años, se combinan las clases teóricas con su correspondiente demostración experimental. No obstante, las prácticas siempre han tenido un carácter eminentemente magistral, puesto que es el profesor quien desarrolla el experimento, mientras los alumnos se limitan a observar.

No cabe duda de que, a este nivel, puede resultar peligroso que los alumnos manipulen ciertos productos químicos, más todavía habiendo un único responsable a cargo de casi una treintena de alumnos. Sin embargo, es muy interesante que ellos mismos sean capaces de realizar experimentos y se vayan familiarizando con el trabajo de laboratorio. Para ello, se ha diseñado un proyecto que les permita tener contacto directo con el tema de las reacciones químicas, utilizando en su mayoría productos naturales para minimizar los riesgos asociados al trabajo en el laboratorio, especialmente a edades tempranas.

Además, este proyecto se ha diseñado atendiendo a las necesidades del centro y de los propios alumnos puesto que, por una parte, en algunas asignaturas ya han empezado a desarrollar la metodología del aprendizaje basado en proyectos y, por otra parte, muchos alumnos demandan la aplicación práctica en asignaturas de carácter científico.

Analizando el contexto socioeconómico del centro y sus instalaciones, enseguida se llegó a la conclusión de que el desarrollo de un proyecto de estas características era totalmente viable, ya que cuentan con dos laboratorios equipados con material y reactivos básicos, de manera que es posible adquirir de forma inmediata prácticamente todo lo necesario.

Aportación esperada:

Debido en gran parte a que el tema de reacciones químicas se presta a este tipo de dinámicas, se ha seleccionado como proyecto de innovación uno basado en la conocida serie de televisión C.S.I. Además, con el fin de hacerlo más atractivo para el alumnado,

se ha escogido una temática relacionada con su ámbito cotidiano (robo de su examen final), incluyendo en su desarrollo a parte del profesorado.

Con esto se pretende involucrar a toda la clase en un proyecto común e incrementar su motivación por el método científico y especialmente por la química. Esto resulta clave ya que, a partir de 4º de ESO, cada alumno elige las asignaturas optativas según sus preferencias y quizás, si son conscientes de la aplicación práctica de la química, decidan seguir formándose en ella y la comprendan mejor.

Se cree que el hecho de trabajar el guion individualmente antes de las sesiones prácticas, puede ayudar a la mejor comprensión de las mismas y se espera que el trabajo en equipo dentro del laboratorio les permita poner en común sus avances en la investigación, coordinándose para alcanzar un objetivo común. De esta forma, no solamente se trabaja la competencia en ciencia y tecnología, sino que se tienen en cuenta otras competencias transversales como el sentido de la iniciativa o la competencia en comunicación lingüística.

Objetivos generales recogidos en el currículo aragonés:

- Identificar cuáles son los reactivos y los productos de reacciones químicas sencillas, interpretando la representación esquemática de una reacción química.
- Reconocer reactivos y productos a través de experiencias sencillas en el laboratorio.
- Ajustar ecuaciones químicas.
- Determinar las masas de reactivos y productos que intervienen en una reacción química y comprobar experimentalmente que se cumple la ley de conservación de la masa.
- Defender razonadamente la influencia que el desarrollo de la industria química ha tenido en el progreso de la sociedad, a partir de fuentes científicas de distinta procedencia.

Objetivos específicos del proyecto:

- Interpretar fenómenos naturales basándose en leyes y procesos científicos:
 - Conocer algunas reacciones químicas de interés en la vida cotidiana.

- Conocer la ley de conservación de la masa.
 - Distinguir los conceptos: masa atómica y masa molecular.
 - Conocer el concepto de mol.
- Utilizar estrategias adecuadas para la resolución de problemas, analizando el resultado y utilizando la terminología, los conceptos y las unidades adecuadas:
- Aplicar la ley de conservación de la masa.
 - Calcular masas moleculares.
 - Realizar cálculos de masa y moles.
 - Escribir y ajustar ecuaciones químicas sencillas.
 - Realizar cálculos estequiométricos con masa y moles.
- Comprender la importancia de utilizar los conocimientos científicos para satisfacer las necesidades humanas:
- Comprender la importancia de la química en nuestra sociedad.
- Incrementar la motivación y el interés por la Ciencia.
- Suscitar inquietud por el método científico y comprender su papel en la resolución de problemas de interés común.

Metodología

➤ *Resumen:*

Se ha producido un robo en el despacho de Carlos Ruiz de Arcaute. Ningún objeto de valor ha sido sustraído, a excepción del examen final de Física y Química de 3º de ESO, pero que no cunda el pánico... Como buenos científicos, Carlos y María han estado investigando y han descubierto cuatro posibles pistas que les pueden conducir hasta el culpable. No obstante, deciden hacer partícipes del reto a todos los alumnos de 3º de ESO, de tal forma que quien consiga resolver el enigma será premiado con 0,5 puntos sobre su nota final de cuartillas. Las pistas encontradas son las siguientes:

1- Sustancia blanca.

2- Folio con posibles huellas dactilares.

3- Superficie con una mancha sospechosa.

4- Papel con la siguiente inscripción.

 Oxígeno-Cobre-oilaT-Oxígeno

Antes de comenzar la investigación, Carlos y María han elaborado un listado con los profesores que han podido tener acceso al despacho, reduciéndose la lista a los siguientes:

- Isabel Cortés.
- Esther de Miguel.
- María Galiana.
- Alberto Modrego.
- Iván Olmo.
- Franky Reinoso.
- Carlos Ruiz de Arcaute.

¿Quién habrá sido y cuáles han sido sus motivos?

Pista 1:

Tras observar el aspecto de la sustancia blanca encontrada sobre la mesa de Carlos, se llega a la conclusión de que lo más probable es que sea tiza pero... ¿cómo lo corroboramos?

Sabemos que el componente mayoritario de la tiza es carbonato de calcio (CaCO_3) y que al reaccionar con el ácido acético (CH_3COOH) presente en el vinagre, produce acetato de calcio ($(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Ca}$), dióxido de carbono y agua.

- a) Escribe esta reacción química ajustada.
- b) Ahora vierte 100 mL de vinagre en un erlenmeyer. A continuación, coge un globo, introduce en su interior la sustancia blanca que hemos encontrado y ajústalo a la boca del erlenmeyer. Por último, vierte la sustancia sobre el vinagre y observa qué ocurre. ¿Crees entonces que la sustancia blanca encontrada es tiza? ¿Por qué?



Imagen 1A. Materiales utilizados en la práctica.

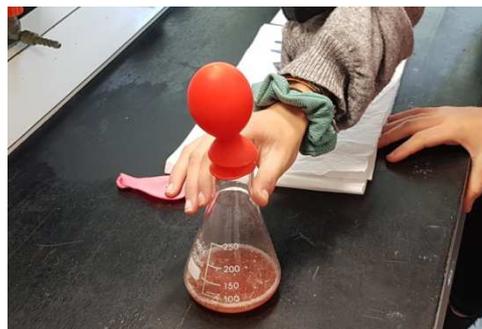


Imagen 1B. Liberación de CO_2 por reacción de la tiza con el vinagre.

Pista 2:

Sabemos que el examen final de Física y Química de 3º de ESO estaba debajo de unos folios, por lo que deducimos que tal vez en ellos estén las huellas dactilares de la persona implicada en el robo.

La utilización de nitrato de plata (AgNO_3) en el revelado de huellas dactilares es una técnica muy común, ya que revela incluso huellas secas. Esto se debe a que, al evaporarse el agua del sudor, las sales presentes en él, en su gran mayoría cloruro de sodio, reaccionan con el nitrato de plata, produciendo cloruro de plata y nitrato de sodio (NaNO_3). Además, los halogenuros de plata reaccionan en presencia de luz, liberándose el halógeno elemental en forma de gas y precipitando la plata metálica, por eso se usan en películas fotográficas.

Para comprobar si alguien ha dejado sus huellas en el folio, sumergimos el papel en una disolución de nitrato de plata al 3 %, dejándolo secar en un cuarto alejado de la luz. Una vez seco, lo colocamos a la luz solar y, en el caso de que aparezca alguna huella dactilar, esperaremos hasta que se haya oscurecido lo suficiente y la fotografiaremos.

- a) Escribe la reacción química que se ha producido al reaccionar el cloruro de sodio del sudor con el nitrato de plata y ajústala.
- b) Si inicialmente partiésemos de 34 gramos de AgNO_3 , ¿cuántos gramos de cloruro de plata obtendríamos tras la reacción? Datos de masas atómicas (g/mol): Ag: 107,9; Cl: 35,5; N: 14; O: 16.
- c) En caso de haber obtenido alguna huella tras el revelado, es necesario compararla con la de cada uno de los sospechosos y encontrar similitudes. Para ello, cada grupo deberá solicitar a uno de los profesores de la lista anterior su huella dactilar, de tal forma que la deje impresa en un papel, utilizando pintalabios, tiza, tinta, carboncillo de lápiz o cualquier sustancia que la haga visible. ¿Se corresponde con la de alguno de los sospechosos? No olvides compararla también con la de Carlos y María, ya que sus huellas podrían estar contaminando la escena del robo...



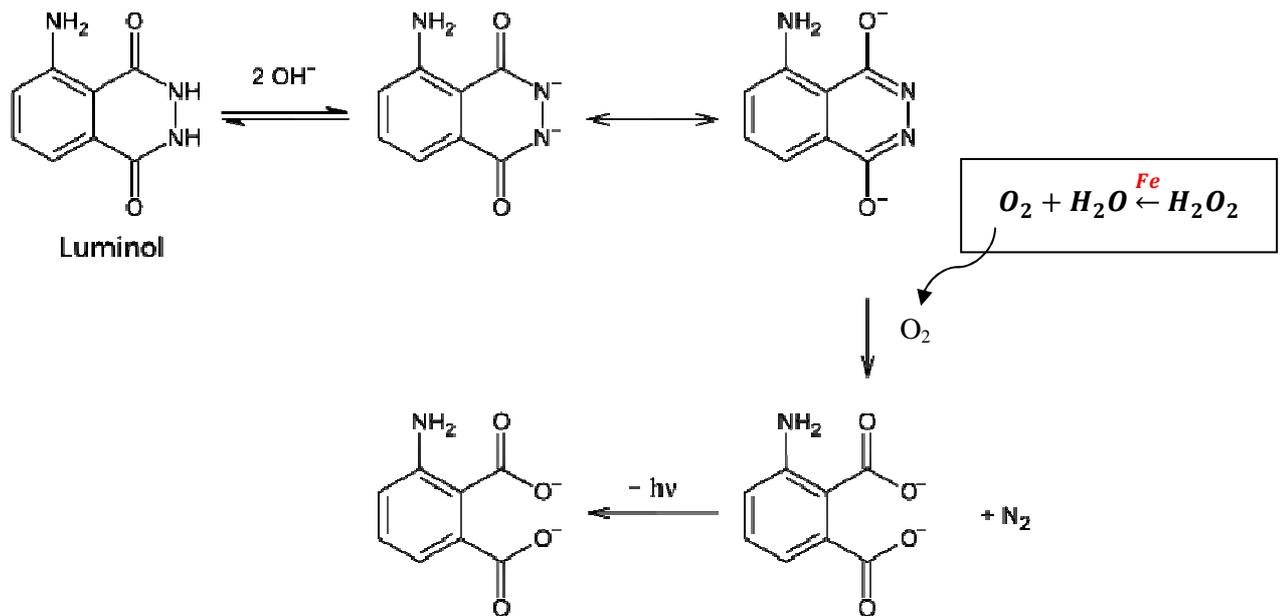
Imagen 2A. Pulverización de AgNO_3 sobre el papel con la huella.



Imagen 2B. Revelado de la huella dactilar.

Pista 3:

Creemos que la mancha sospechosa encontrada puede deberse a la presencia de sangre. Para detectar trazas de ella en las escenas del crimen, los investigadores forenses utilizan una sustancia llamada luminol, pues reacciona con el hierro presente en la sangre. El luminol es un compuesto químico que muestra quimioluminiscencia, emitiendo luz azul al mezclarse con un agente oxidante. Cuando el luminol es rociado de manera uniforme sobre una superficie, cantidades muy pequeñas de un agente oxidante pueden activarlo y hacer que emita una luz azul, visible en un lugar oscuro. El proceso que tiene lugar es el siguiente:



Por ello decidimos preparar la siguiente disolución de luminol:

- 35 mL de una disolución de KOH 1M.
 - 0,3 gramos de luminol.
 - 35 mL de H_2O_2 (3 %).
- a) Calcula cuántos gramos de KOH tenemos que pesar para obtener 35 mL de una disolución de KOH 1M. Datos de masas atómicas (g/mol): K: 39,1; O: 16; H: 1.
 - b) Ajusta la reacción de descomposición del agua oxigenada que aparece recuadrada en el esquema anterior: ($\text{H}_2\text{O}_2 \xrightarrow{\text{Fe}} \text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$)
 - c) Observa qué ocurre al pulverizar la disolución de luminol sobre la superficie. En caso de observar quimioluminiscencia, ¿dónde se encuentra en la sangre el Fe que cataliza la descomposición del agua oxigenada y que permite al luminol emitir luz?



Imagen 3A. Pulverización del luminol sobre el soporte de madera.



Imagen 3B. Revelado de la sangre por quimioluminiscencia.

Pista 4:

La última pista que hemos encontrado es un papel en blanco con una única inscripción:



Oxígeno-Cobre-oilaT-Oxígeno

Gracias a esta inscripción, Carlos y María han deducido que quizás haya algún mensaje escrito en clave y han pensado revelar el papel utilizando un indicador natural, obtenido a partir de extracto de col lombarda.

La col lombarda es una planta de la familia del repollo cuyas hojas poseen un color violáceo característico. Este color es debido a la presencia de un pigmento llamado antocianina, que depende en gran medida de la acidez (pH) del medio. Por ello, en Química se suele emplear como indicador del pH natural para identificar ácidos o bases, de tal forma que:

El color **rojo** identifica a los **ácidos** ($\text{pH} < 7$).

El color **azul** identifica a las **bases** ($\text{pH} > 7$).

El color **morado** identifica sustancias **neutras** ($\text{pH} = 7$).

Teniendo en cuenta esto, decidimos tinter el papel con indicador de col lombarda para que, si hay algo escrito, las antocianinas de la col descifren el misterio.

- ¿Por qué crees que Carlos y María han llegado a la conclusión de que en el papel había algo más escrito? ¿Qué mensaje esconde ese jeroglífico?
- Tras tinter el papel con el indicador de col lombarda y secarlo con el secador, ¿ha aparecido algún mensaje? En caso afirmativo, ¿qué color presenta? ¿Con qué tipo de sustancia crees que la persona que robó el examen había escrito ese mensaje?



Imagen 4A. Tinción del papel con indicador de col lombarda.

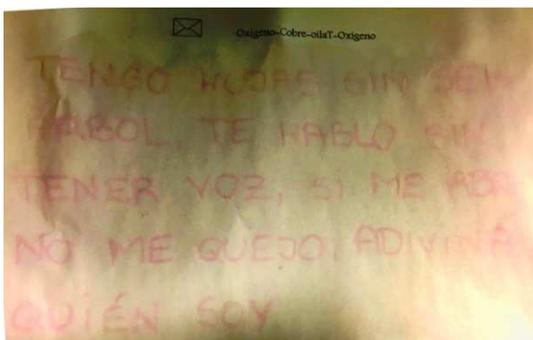


Imagen 4B. Revelado del mensaje oculto.

➤ *Nivel educativo:*

Física y Química de 3º ESO.

➤ *Unidad Didáctica:*

Los cambios químicos (cambios físicos y cambios químicos, la reacción química, cálculos estequiométricos sencillos, ley de conservación de la masa y la química en la sociedad y el medio ambiente).

➤ *Temporalización:*

- Elaboración: 2 sesiones de 55 minutos (lunes 7 y viernes 11 de mayo).
- Resolución y evaluación: 1 sesión de 55 minutos (lunes 14 de mayo).

➤ *Metodología:*

Previamente a la realización de las dos sesiones prácticas, la dinámica se explicará en clase y los alumnos dispondrán del guion para poder leerlo y trabajarlo autónomamente. Posteriormente, se organizarán en grupos de cuatro personas y se realizarán los cuatro experimentos planteados en las dos sesiones de laboratorio. En ambas sesiones, el profesor comenzará explicando el fundamento teórico de las dos prácticas que se realizarán ese día y la forma de llevar a cabo los experimentos. Posteriormente, los alumnos realizarán por grupos las prácticas y los últimos minutos se destinarán a la puesta en común de los resultados dentro del propio grupo y a la redacción del cuaderno de laboratorio. La última sesión irá destinada a la exposición de resultados y a la resolución de posibles dudas que hayan surgido, resaltando los aspectos más relevantes de la investigación. Por último, se les proporcionará una hoja de evaluación del proyecto para que ellos mismos lo valoren.



Imagen 5. Explicación del proyecto en el laboratorio, previa a la realización de la parte experimental.

➤ *Recursos:*

Práctica 1: reacción de carbonato de calcio y ácido acético.

- Materiales: erlenmeyer, globo, vidrio de reloj y espátula.
- Reactivos: tiza y vinagre.

Práctica 2: detección de huellas dactilares.

- Materiales: papel con la huella dactilar, contenedor opaco, matraz aforado de 500 mL, frasco con pulverizador, balanza, espátula, cámara de fotos y pintalabios/rotulador/talco para obtener la huella dactilar de cada profesor y poder compararla con la huella problema.
- Reactivos: nitrato de plata y agua destilada.

Práctica 3: detección de sangre mediante luminol.

- Materiales: matraz aforado de 100 mL, frasco con pulverizador, balanza, espátula y soporte de madera con restos de sangre.
- Reactivos: hidróxido de potasio, agua oxigenada, luminol y agua destilada.

Práctica 4: revelado del mensaje secreto.

- Materiales: papel con mensaje oculto (escrito con zumo de limón), secador y frasco con pulverizador.
- Reactivos: col lombarda, limón y etanol.

➤ *Evaluación:*

Los alumnos serán evaluados mediante el guion de prácticas facilitado, el cuaderno de laboratorio y una hoja de observación. Además, tras haber finalizado el proyecto, se les entregará una hoja de valoración para conocer su opinión y su grado de motivación con respecto al trabajo realizado.

- Guion: a pesar de realizar las prácticas de manera grupal, cada alumno deberá rellenar su guion individualmente y realizar los cálculos que en él se plantean. De esta forma, se relacionan los conceptos vistos en la unidad didáctica impartida en clases de teoría con su aplicación práctica en el laboratorio. Es importante que sean conscientes del trabajo que se debe realizar antes de entrar en el laboratorio, no solamente por evitar riesgos innecesarios, sino también por amortizar el tiempo (10%).
- Cuaderno de laboratorio: cada alumno deberá entregar un cuaderno de laboratorio en el que se recojan las observaciones relacionadas con cada una de las cuatro experiencias. En concreto deberá constar de: un resumen de la práctica, la ecuación química implicada en el proceso, los cálculos realizados y las observaciones derivadas de las reacciones químicas llevadas a cabo (50%).
- Hoja de observación (Tabla 1): el profesor rellenará una hoja de observación por grupo, valorando la participación, la destreza, el trabajo en equipo, el uso de vocabulario técnico, la limpieza y el orden de cada miembro del grupo (40%).

La nota global del proyecto contará como parte de las notas de cuartilla que realizan a lo largo de todo el trimestre. Además, al grupo o grupos que consigan resolver satisfactoriamente el caso, se les sumarán 0,5 puntos extras sobre su nota final de cuartillas.

Por otra parte, cada alumno rellenará una hoja de valoración (Tabla 2), puntuando distintos aspectos relacionados con el proyecto: comprensión, utilidad, interés y motivación. En ambos casos, marcando el 1 significa que se está totalmente en desacuerdo con la afirmación y marcando el 5 se está totalmente de acuerdo.

Aunque inicialmente los alumnos iban a ser evaluados mediante el guion de prácticas, el cuaderno de laboratorio y una hoja de observación, tras realizar las sesiones prácticas, comprobé que era muy complicado rellenar una hoja de observación individual, a la vez que iba supervisando y resolviendo dudas de cada grupo, así que decidí sustituirla por

un cuestionario de autoevaluación y coevaluación que cada alumno debería rellenar individual y anónimamente. La plantilla utilizada se muestra a continuación:

	1	2	3	4	5
He comprendido la explicación de todas las prácticas que he realizado.					
Sabía lo que tenía que hacer en el laboratorio en cada momento.					
He sido capaz de relacionar la información que aparece en el guion con los hechos que observo durante la práctica.					
He aprendido nuevo vocabulario relacionado con material y reactivos que se pueden encontrar en un laboratorio.					
He sabido relacionar la teoría vista en clase con las prácticas realizadas en el laboratorio.					
Este proyecto me ha ayudado a comprender mejor la teoría vista en clase.					
Considero útiles estas prácticas para relacionar la Química con situaciones cotidianas.					
Mi motivación con respecto al tema de reacciones químicas es mayor después de realizar este proyecto.					
Siento un mayor interés por la Química después de realizar este proyecto.					
El proyecto me ha parecido interesante y volvería a repetirlo.					
Comentarios:					

Observaciones					
PARTICIPACIÓN					
El alumno participa activamente en el desarrollo de la práctica.					
El alumno formula preguntas relacionadas con la teoría y/o práctica.					
DESTREZA					
El alumno utiliza correctamente el material de laboratorio.					
El alumno es capaz de relacionar la información proporcionada en el guion con el material que encuentra disponible para la práctica.					
TRABAJO EN EQUIPO					
El alumno expone su punto de vista sobre cómo abordar la práctica al resto de integrantes del grupo.					
El alumno colabora en la ejecución de la práctica según el rol asignado dentro del grupo.					
VOCABULARIO TÉCNICO					
El alumno identifica y nombra correctamente el material de laboratorio.					
El alumno desarrolla las ideas de forma ordenada y concisa, utilizando vocabulario relacionado con la teoría explicada en clase.					
LIMPIEZA					
El alumno mantiene limpio su puesto de trabajo.					
El alumno recoge y limpia el material al finalizar la práctica.					
ORDEN					
El alumno sigue el orden lógico explicado en cada práctica.					
El alumno cumple con las normas de seguridad previstas.					
Observaciones					
PARTICIPACIÓN					
El alumno participa activamente en el desarrollo de la práctica.					
El alumno formula preguntas relacionadas con la teoría y/o práctica.					
DESTREZA					
El alumno utiliza correctamente el material de laboratorio.					

El alumno es capaz de relacionar la información proporcionada en el guion con el material que encuentra disponible para la práctica.					
TRABAJO EN EQUIPO					
El alumno expone su punto de vista sobre cómo abordar la práctica al resto de integrantes del grupo.					
El alumno colabora en la ejecución de la práctica según el rol asignado dentro del grupo.					
VOCABULARIO TÉCNICO					
El alumno identifica y nombra correctamente el material de laboratorio.					
El alumno desarrolla las ideas de forma ordenada y concisa, utilizando vocabulario relacionado con la teoría explicada en clase.					
LIMPIEZA					
El alumno mantiene limpio su puesto de trabajo.					
El alumno recoge y limpia el material al finalizar la práctica.					
ORDEN					
El alumno sigue el orden lógico explicado en cada práctica.					
El alumno cumple con las normas de seguridad previstas.					

Tabla 1. Hoja de observación utilizada como parte de la evaluación de la actividad.

	Miembros del grupo				
1. Identifica y nombra correctamente el material y los reactivos del laboratorio.	1-				
	2-				
	3-				
	4-				
2. Utiliza adecuadamente el material de laboratorio.	1				
	2				
	3				
	4				
3. Colabora en la ejecución de la práctica.	1				
	2				
	3				
	4				

4. Muestra interés durante el desarrollo de la práctica.	1					
	2					
	3					
	4					
5. Mantiene ordenado su puesto de trabajo.	1					
	2					
	3					
	4					
6. Recoge y limpia el material al finalizar la práctica.	1					
	2					
	3					
	4					

Tabla 2. Hoja de valoración utilizada como parte de la evaluación de la actividad.

Resultados

El proyecto se ha realizado con dos grupos de 3º de ESO (C y D). Los resultados correspondientes a la evaluación del proyecto se han recogido en la tabla que se presenta a continuación. Todas las puntuaciones están calculadas sobre 10 puntos y se ha tenido en cuenta la media de las notas de todos los alumnos de cada grupo por separado, evitando de esta forma posibles sesgos.

CURSO	3º ESO C	3º ESO D
Nº de alumnos	26	25
Nota media del Guion	7,9	7,1
Nota media del Cuaderno de Laboratorio	5,3	5,4
AUTOEVALUACIÓN / COEVALUACIÓN		
Participación	9,3	8,8
Destreza	9,3	9,1
Trabajo en equipo	9,2	9,2
Vocabulario técnico	8,5	8,1

Limpieza	8,7	8,9
Orden	8,9	9,1
HOJA DE VALORACIÓN		
Comprensión	8,3	9,2
Utilidad	8,8	8,9
Interés	8,2	8,5
Motivación	8,3	8,4

Observaciones de los alumnos:

- Me hubiese gustado disponer de más tiempo en el laboratorio para completar el guion y el cuaderno.
- Me parece interesante sacar la química de clase pero sería necesario más tiempo.
- Me ha parecido un proyecto ameno y útil, una forma más entretenida de aprender química.
- Ha sido un proyecto divertido y trabajado, pero me hubiese gustado destinar más tiempo a su explicación en clase.
- Ha sido entretenido y me ha gustado la forma de explicarlo.
- El proyecto me ha ayudado a comprender mejor la teoría y me ha motivado más.
- Ha sido un proyecto original y una forma divertida de trabajar, aunque algún concepto no me ha quedado muy claro.
- Me parece muy interesante relacionar la teoría con un proyecto más interactivo, para aprender más y no sólo memorizar.
- Me gustaría repetirlo.
- Ha sido un proyecto ameno e interactivo.
- Este proyecto me ha parecido interesante porque me ha permitido darme cuenta de que la teoría que damos en clase sirve para algo y se puede aplicar en la vida real.

Discusión y consideraciones finales

A la vista de los resultados obtenidos, estoy muy satisfecha con el proyecto de innovación que he llevado a cabo, en especial por el grado de motivación e interés que han mostrado los alumnos y que, en definitiva, era uno de los objetivos fundamentales del proyecto. Este hecho queda reflejado en las valoraciones que ellos mismos han realizado y que se muestran en la tabla superior.

En cuanto a las calificaciones del guion y del cuaderno de laboratorio, me han sorprendido especialmente las del cuaderno, por no ser demasiado altas, siendo además que suponían un 50% de la nota del proyecto. Bastantes alumnos no han seguido el formato planteado en clase y en lugar de ordenar el cuaderno por pistas, hacer un resumen de cada una de ellas, con su ecuación química, los cálculos realizados y las observaciones, muchos lo han organizado por sesiones. Puesto que en cada sesión se realizaban dos prácticas, en ocasiones han mezclado conceptos de ambas y, aunque todos han averiguado quién era el culpable del robo (la bibliotecaria), la mayor parte lo han deducido por comparación con la huella dactilar y por la resolución del acertijo que estaba escrito en el papel que revelaron con extracto de col lombarda. Como la metodología empleada consistía en explicar previamente las dos prácticas que se iban a realizar en la sesión, posteriormente se ejecutaban ambas y por último se redactaba el cuaderno, quizás hubiese ayudado más en este sentido explicar solamente una de ellas, llevarla a cabo, redactar el cuaderno y pasar a la siguiente.

Sin embargo, es necesario recalcar que varios alumnos no sólo resolvieron el caso dando nombre al culpable, sino que además relacionaron perfectamente el significado de las cuatro pistas. Al finalizar, se les pidió que hiciesen una reconstrucción de los hechos para cerrar el caso y ciertamente fue algo muy positivo, ya que hubo algunos alumnos muy creativos en su versión de los hechos.

Por otra parte, considero que es muy importante no perder de vista los objetivos fundamentales del proyecto y hacer que los alumnos sean plenamente conscientes de ellos. No cabe duda de que la motivación durante el aprendizaje de la Química y la Ciencia en general, es fundamental para incrementar el rendimiento de los alumnos. No obstante, el objetivo final es que aprendan, aunque sea de una forma más divertida, los conceptos químicos que hay detrás de la puesta en escena del proyecto. Es conveniente recordarles de vez en cuando que la Ciencia es útil para la resolución de problemas

cotidianos, pero que no deben quedarse únicamente con la anécdota, sino con el fundamento científico que hay detrás de ella.

Además de que suponga para los alumnos un extra de motivación y de que asimilen de una forma más interactiva los conceptos de la unidad didáctica en cuestión, otro de los objetivos del proyecto, que quizás pasa más desapercibido, es que los alumnos aprendan a redactar y a escribir correctamente y sin faltas ortográficas. En este sentido, creo que todavía queda trabajo por hacer, ya que muchas veces ellos no entienden por qué se les tiene que corregir la ortografía en una asignatura de Ciencias. El reto está en que desde todas las asignaturas se les recalque la importancia del lenguaje y de saber redactar correctamente, puesto que se trata de un medio de comunicación que van a emplear constantemente en su día a día.

Conclusiones finales del proyecto:

1. Ha supuesto un incremento de la motivación e interés de los alumnos.
2. En la mayor parte de los casos, les ha ayudado a comprender mejor la teoría explicada en clase.
3. Han aprendido otras competencias transversales como el sentido de la iniciativa o la competencia en comunicación lingüística.
4. Es necesario insistirles en que sigan las pautas previstas para la redacción del cuaderno de laboratorio y advertirles de que la ortografía se puede tener en cuenta en la nota final.
5. Sería recomendable explicar cada actividad por separado y realizar la parte experimental y la redacción del cuaderno de una en una.
6. Hay que dejar muy claros los objetivos del proyecto para que los alumnos no pierdan la visión global del mismo.
7. Varios alumnos demandan más tiempo en el laboratorio para la resolución de las cuestiones, por lo que tal vez se pudiese destinar una sesión más para la resolución grupal de la actividad.

ANEXO 2

Título: Estudio de la caída libre de dos cuerpos con distinta masa desde el enfoque de la actividad científica.

Introducción

La cinemática es un tema recurrente en la Física desde que se comienza a estudiar en los primeros cursos de Educación Secundaria. A pesar de que se tratan conceptos con los que los alumnos y la población en general se encuentran bastante familiarizados (distancias, velocidades, aceleraciones...), muchas veces, y quizás debido a esto, no llegan a interiorizarse correctamente (Carrascosa, 1985). El hecho de hablar de fuerzas, masas o velocidades en la vida cotidiana sin prestar atención a lo que cada uno de estos términos significa, hace que los alumnos, al enfrentarse a una clase de Física, se encuentren con ciertos dilemas: si su peso es 60 kg o ésa es su masa, si los objetos se mueven porque se ejerce sobre ellos una fuerza mayor que su peso o si la razón por la cual un cuerpo no se mueve es porque no actúa ninguna fuerza sobre él.

No obstante, la explicación del movimiento de los cuerpos ha causado cierta controversia a lo largo de la historia, junto con la forma de interpretar otros fenómenos del universo. Tomando como punto de partida la época aristotélica (s. IV a.C.), las investigaciones de este filósofo, considerado todo un referente de la época y posteriores, determinaron durante siglos la forma de ver el mundo. Su método era más intuitivo que experimental pero nadie se atrevió a contradecir su teoría hasta que, en el siglo XVI, Galileo afirmó que la aceleración de un cuerpo que se mueve en caída libre con un movimiento rectilíneo no dependía de la masa del mismo. Tal y como se ha comentado anteriormente, esta idea constituyó un cambio de paradigma en el mundo de la Física, por oponerse a la de Aristóteles (Aguilar, Ceraolo y Pose, 2002).

Las diferencias existentes entre Aristóteles y Galileo, se deben en gran parte a que ambos pertenecieron a épocas muy distintas del pensamiento humano. En la época de Aristóteles, sus ideas no necesitaban ser forzosamente experimentadas para ser aceptadas, sino que bastaba la observación. Sin embargo, en la época de Galileo Galilei, la experimentación, el registro y el uso de las matemáticas eran y, todavía lo son, muy importantes si se quiere deducir alguna idea o teoría. Por tanto, a partir de éste y algunos

otros científicos, surgieron las bases para establecer la Ciencia como se conoce en la actualidad.

Reflexionando sobre este tema, es evidente que, si durante tantos siglos la comunidad científica, y por tanto la sociedad en general, consideraron válida la teoría de Aristóteles por basarse en la observación, cómo no les va a resultar complicado a los alumnos asimilar la que actualmente es aceptada como correcta, basada en la experimentación de Galileo. Su conocimiento sobre cinemática únicamente se basa en los fenómenos que observan a diario, por lo que la mejor forma de cambiar la concepción que han adquirido por observación, pasaría por que ellos mismos fuesen parte activa de dicha experimentación.

En consecuencia, la actividad que se propone a continuación tiene como objetivo responder algunas de las preguntas que se pueden plantear los alumnos al encontrar contradicciones entre la Física que ven en clase y lo que observan en su vida cotidiana. A la hora de trabajar esto, resulta útil hacerlo desde el enfoque de la actividad científica, incorporando además vídeos como herramientas innovadoras, ya que su uso está tomando fuerza a nivel mundial (Vera, Rivera, Fuentes y Romero-Maltrana, 2015).

No obstante, es evidente que el fenómeno de la caída libre también se podría haber orientado desde el enfoque de la naturaleza de la Ciencia, debido a que ha supuesto cierta controversia en torno a dos personajes de gran relevancia histórica que enunciaron teorías contrapuestas, basándose en metodologías científicas distintas, acordes a sus respectivas épocas.

Análisis del contenido y dificultades de aprendizaje

El contenido que se pretende trabajar con esta actividad se centra en el cuarto bloque del currículo aragonés de 4º ESO: El movimiento y las fuerzas.

Dentro de este bloque se encuentran todos los conceptos relacionados con el movimiento, las Leyes de Newton y las fuerzas más comunes: peso, normal, rozamientos y fuerza centrípeta. Conocidos los movimientos uniformes (MRU) y acelerados (MRUA), un estándar de aprendizaje muy interesante propone relacionar las fuerzas causantes de los cambios en la velocidad, preferentemente en situaciones cotidianas.

En base a la propia experiencia personal en mi etapa de alumna y a la adquirida como profesora particular actualmente, he podido identificar algunos aspectos en los cuales los estudiantes presentan más problemas. Bien sea por la dificultad del concepto, por lo poco intuitiva que en ocasiones resulta la Física o por el fallo de los docentes a la hora de explicarla, un elevado número de alumnos memoriza de forma mecánica las fórmulas que debe emplear, asociándolas con un tipo de movimiento (MRU, MRUA, lanzamiento vertical...), pero sin llegar a comprender realmente lo que significan. Un claro ejemplo de ello es la afirmación rotunda de “el cuerpo más grande llega antes al suelo”, mientras abordan los problemas sin conocer la masa de los objetos, empleando la fórmula: $v_{final} = v_0 - g \cdot (t - t_0)$. Estas dificultades se deben a que muchas veces los conceptos teóricos no se aplican a problemas cotidianos y los alumnos tienen errores de concepto muy arraigados y cuyo fundamento no se aborda en el espacio del aula.

Objetivos de aprendizaje

Objetivos generales

Dentro del currículo aragonés de Física y Química se muestran los siguientes objetivos generales de aprendizaje:

Obj.FQ.1. Conocer y entender el método científico de manera que puedan aplicar sus procedimientos a la resolución de problemas sencillos, formulando hipótesis, diseñando experimentos o estrategias de resolución, analizando los resultados y elaborando conclusiones argumentadas razonadamente.

Obj.FQ.2. Comprender y expresar mensajes con contenido científico utilizando la terminología científica de manera apropiada, clara, precisa y coherente tanto en el entorno académico como en su vida cotidiana.

Obj.FQ.3. Aplicar procedimientos científicos para argumentar, discutir, contrastar y razonar informaciones y mensajes cotidianos relacionados con la Física y la Química, aplicando el pensamiento crítico y con actitudes propias de la ciencia como rigor, precisión, objetividad, reflexión, etc.

Obj.FQ.4. Interpretar modelos representativos usados en ciencia como diagramas, gráficas, tablas y expresiones matemáticas básicas y emplearlos en el análisis de problemas.

Obj.FQ.5. Obtener y saber seleccionar, según su origen, información sobre temas científicos utilizando fuentes diversas, incluidas las Tecnologías de la Información y Comunicación y emplear la información obtenida para argumentar y elaborar trabajos individuales o en grupo sobre temas relacionados con la Física y la Química, adoptando una actitud crítica ante diferentes informaciones para valorar su objetividad científica.

Obj.FQ.6. Aplicar los fundamentos científicos y metodológicos propios de la materia para explicar los procesos físicos y químicos básicos que caracterizan el funcionamiento de la naturaleza.

Obj.FQ.7. Conocer y analizar las aplicaciones responsables de la Física y la Química en la sociedad para satisfacer las necesidades humanas y fomentar el desarrollo de las sociedades mediante los avances tecnocientíficos, valorando el impacto que tienen en el medio ambiente, la salud y el consumo y por lo tanto, sus implicaciones éticas, económicas y sociales en la Comunidad Autónoma de Aragón y en España, promoviendo actitudes responsables para alcanzar un desarrollo sostenible.

Obj.FQ.8. Utilizar los conocimientos adquiridos en la Física y la Química para comprender el valor del patrimonio natural y tecnológico de Aragón y la necesidad de su conservación y mejora.

Obj.FQ.9. Entender el progreso científico como un proceso en continua revisión, apreciando los grandes debates y las revoluciones científicas que han sucedido en el pasado y que en la actualidad marcan los grandes hitos sociales y tecnológicos del siglo XXI.

Objetivos específicos

Además de los objetivos generales recogidos en el currículo, a continuación se detallan los objetivos propios de la actividad, en relación con los contenidos de la asignatura y otros contenidos transversales:

- Aplicar los conocimientos de Física a momentos de la vida cotidiana y ser capaces de ver más allá de las fórmulas y ejemplos que aparecen en los libros de texto.
- Demostrar la expresión que se emplea para la caída libre en los problemas.
- Observar que el tiempo de caída no depende de la masa del objeto, idea muy interiorizada entre los alumnos.

- Fomentar el trabajo en equipo, favoreciendo la cooperación entre todos los miembros del grupo, la gestión del tiempo y los materiales disponibles.
- Promover la autonomía del alumno, dándole libertad a la hora de diseñar los detalles de sus experimentos, aunque las bases generales sean proporcionadas por el docente.

Metodología

La idea de que los cuerpos pesados caen antes que los cuerpos ligeros es una idea muy extendida entre la población en general. Esto es debido a la experiencia cotidiana y a la clásica pregunta: ¿qué cae antes, una pluma o una bola de bolos? Obviamente, si se realiza este experimento, la bola de bolos llega antes al suelo. Sin embargo, esto se debe a la superficie de rozamiento con el aire, entre otros factores. Si se pudiera realizar esta experiencia en un entorno controlado en el que sólo actuase la fuerza gravitatoria, se vería caer la pluma y la bola al mismo tiempo.

[\[Ver vídeo\]](#)

Esta idea sigue estando presente en los alumnos de cursos superiores, incluso después de haber estudiado la cinemática básica, en la que han aprendido que la velocidad vertical de un cuerpo en caída libre viene determinada por la ecuación: $v_y = -g \cdot t$, donde no aparece la masa del objeto.

➤ *Desarrollo de la actividad*

La actividad comienza presentando el problema de la bola de bolos y la pluma y se lanza la siguiente pregunta: ¿qué objeto cae antes? Lo fundamental al formularla es hacer hincapié en el porqué. Seguramente las respuestas de los alumnos a esta edad sean que obviamente la bola cae antes porque es más pesada. A continuación, se plantea la misma cuestión con un folio y un libro. ¿Cuál cae antes? Se puede realizar la experiencia dejando caer ambos objetos a la vez, comprobando que el libro cae sin desviarse y el folio irá cayendo suavemente, desviándose de la vertical. Esta pequeña experiencia ya deja entrever cuál es uno de los motivos de la diferencia de tiempos de caída: el rozamiento con el aire. Para demostrarlo se les pide que repitan la experiencia, pero esta vez colocando el folio encima del libro y dejando caer ambos a la vez. ¿Qué sucede ahora? ¿Llegan a la vez o el folio permanece durante más tiempo en el aire?

Según la respuesta anterior, como el folio es más ligero, debería caer más despacio y quedarse levitando hasta llegar al suelo suavemente, pero no ocurre así.

Por último, y para comprobar que el tiempo de caída no depende de la masa del objeto y que las diferencias que se observan están relacionadas con la forma o la densidad de los objetos que se utilizan, los alumnos trabajarán con plastilina. Cada grupo dispondrá de un ladrillo de plastilina con el que deberán formar bolas de diferente tamaño. La experiencia consiste en dejar caer ambas bolas desde un mismo punto, tomando los tiempos a distintas alturas, y observar cómo llegan al suelo. Para grabar el momento del impacto contra el suelo pueden usar los teléfonos móviles. Dado que no se trata de una situación ideal, lo normal es que aparezcan ligeras diferencias. Para explicarlas se puede recurrir al vídeo comentado anteriormente, en el que se ve el experimento realizado en una torre de vacío.

➤ *Duración*

La actividad es sencilla y puede realizarse en una sesión de clase. En cualquier caso, los alumnos deben trabajar en pequeños grupos de no más de 3 o 4 personas para favorecer que todos sean parte activa en la experiencia.

➤ *Recursos*

La experiencia puede realizarse con cualquier material, pero es más sencillo si a cada grupo de trabajo se le reparte un pequeño ladrillo de plastilina para que formen los cuerpos sobre los que experimentarán. Además, se necesita un cronómetro y un teléfono móvil para grabar la experiencia (si tienen opción de slow motion, mejor).

➤ *Herramientas de evaluación*

La evaluación del proyecto se realiza de forma individual, utilizando para ello las siguientes herramientas:

- Cuaderno de laboratorio (70%): permite valorar el trabajo continuo del alumno o del grupo de trabajo. En dicho cuaderno deben detallarse todos los pasos realizados durante el transcurso de la actividad, el planteamiento del problema a resolver, las dificultades que han aparecido durante el desarrollo y cómo han sido subsanadas, los datos recogidos y los resultados obtenidos. Además, todos los cuadernos deben

concluir con un pequeño comentario a modo de reflexión que sirva como conclusión de la actividad.

- Ficha de autoevaluación y coevaluación (30%): se proporcionará a cada miembro del grupo una hoja a modo de rúbrica para que pueda evaluar su propio trabajo dentro del grupo y el trabajo del resto de compañeros.

➤ *Actividades complementarias*

Una vez que los alumnos hayan asimilado que la velocidad de un cuerpo en caída libre, en ausencia de rozamiento, no depende de su masa, se les pueden presentar otros experimentos un poco más complejos. Esta actividad también puede ayudar a introducir otros temas del currículo, como los principios de la hidrostática o el concepto de densidad. Ejemplos:

- Llenar dos globos, uno con más aire y otro con menos, y explicar qué ocurre cuando ambos se dejan caer desde una misma altura.
- Colocar dos recipientes que contengan líquidos de distintas densidades (agua y agua con sal) y dejar caer sobre ellos dos objetos iguales situados a la misma altura.

Referencias

Aguilar, M.I., Ceraolo, M. y Pose, M. (2002). Aristóteles vs. Galileo: Caída libre de un cuerpo y el movimiento a lo largo de la historia. *Red Creativa de Ciencia – Curso I*.

Carrascosa, J. (1985). Errores conceptuales en la enseñanza de la física y la química: una revisión bibliográfica. *Enseñanza de las Ciencias*, 3(3), 230-234.

Vera, F., Rivera, R., Fuentes, R. y Romero-Maltrana, D. (2015). Estudio del movimiento de caída libre usando vídeos de experimentos. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 12(3), 581-592.