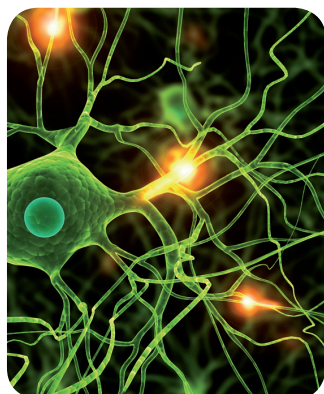




MÁSTERES de la UAM

Facultad de Formación
de Profesorado
y Educación / 14-15

Formación de Profesorado
de Educación Secundaria
Obligatoria y Bachillerato
(Física y Química)



**La motivación
hacia la Química
mediante
la experimentación
y el aprendizaje por
descubrimiento.
Aprendiendo
a investigar con
pocos recursos**
Esther Escobar Rivera





MÁSTER EN FORMACIÓN DE PROFESORADO DE EDUCACIÓN SECUNDARIA Y BACHILLERATO

LA MOTIVACIÓN HACIA LA QUÍMICA MEDIANTE LA EXPERIMENTACIÓN Y EL APRENDIZAJE POR DESCUBRIMIENTO

Aprendiendo a investigar con pocos recursos

Autora: Esther Escobar Rivera

Directora: M^a Araceli Calvo Pascual

TRABAJO FIN DE MÁSTER

CURSO 2014/2015

Contenido

1.	INTRODUCCIÓN	5
2.	ANTECEDENTES	7
2.1	Importancia de la experimentación química en el currículo de educación secundaria	7
2.2	Por qué experimentar	8
2.3	Experimentar para motivar	9
2.4	El aprendizaje por descubrimiento	10
3.	PRESENTACIÓN DEL CENTRO	13
3.1	Ubicación del centro	13
3.2	Características sociales y económicas	13
4.	CUESTIONARIO INICIAL	14
4.1	Resultados	14
4.2	Observaciones de los resultados obtenidos en el cuestionario inicial	24
5.	PROGRAMACIÓN Y PRESENTACIÓN DE LA PRÁCTICA DOCENTE	25
I.	Objetivos	25
II.	Metodología	25
III.	Programación	26
IV.	Actividades	27
V.	Evaluación	29
6.	DESARROLLO DE LAS ACTIVIDADES EXPERIMENTALES	30
6.1	Primera semana	30
6.2	Segunda semana	31
6.3	Tercera semana	32
6.4	Cuarta semana	35
6.5	Quinta semana	36
6.6	Informes finales	37
7.	CUESTIONARIOS FINALES	38
7.1	Cuestionario para alumnos que realizaron las actividades experimentales	38
7.2	Cuestionario para alumnos que no realizaron las actividades experimentales	41
8.	CONCLUSIONES	43
8.1	Grado de alcance de los objetivos propuestos	43
8.2	Propuestas de mejora	45
9.	BIBLIOGRAFÍA	46
	ANEXO I	49
	ANEXO II	55

1. INTRODUCCIÓN

El desarrollo de este Trabajo Fin de Máster se ha llevado a cabo en el grupo de Ciencias de 4º de Educación Secundaria Obligatoria del Real Colegio Nuestra Señora de Loreto en la asignatura de Física y Química.

Las clases de esta asignatura se imparten dos días por semana en sesiones de cincuenta y cinco minutos cada una. En la asignatura de Física y Química tan solo se imparten los contenidos de la parte de Física, pues los contenidos de Química se reservan para la asignatura optativa, que todos los alumnos han elegido, de Ampliación de Física y Química.

El grupo de Ciencias está formado por alumnos de 4ºA y 4ºB que se juntan en la asignatura de Física y Química dando como resultado un grupo de 29 alumnos de los cuales ninguno es repetidor. Es un grupo muy poco participativo en clase y poco hablador.

Se ha detectado en este grupo una gran motivación por realizar actividades de carácter experimental que no es aprovechada, ya que antes de realizar las actividades que aquí se presentan tan sólo han estado en el laboratorio durante una sesión. Es por ello que este Trabajo Fin de Máster se va a realizar atendiendo a esta demanda de los alumnos. A través de las reacciones químicas, mediante este trabajo se pretende potenciar la capacidad de raciocinio de los alumnos además de su sentido crítico a lo hora de investigar soluciones a determinados retos aunque el objetivo primordial del mismo es comprobar si este tipo de actividades favorece la actitud del alumnado hacia la asignatura. La innovación de este trabajo se basa en el hecho de que sean los propios alumnos quienes diseñen sus prácticas partiendo de pequeños proyectos de investigación. Se va a comprobar también si este tipo de metodología por descubrimiento favorece el aprendizaje de los alumnos así como sus habilidades para comunicar información científica, trabajar en grupo y sus habilidades de trabajo experimental.

El mayor obstáculo que la realización de estas actividades supone son las condiciones en las que se encuentra el laboratorio del centro. El laboratorio no cuenta con medidas de seguridad tales como extintor, lavajos o ducha. Las cañerías de los fregaderos no están soterradas por lo que es fácil tropezar con ellas, los reactivos están caducados y no se dispone de aspira pipetas por lo que el uso de éstas queda descartado. Por todos estos motivos no se ha permitido a los alumnos plena libertad para diseñar sus experimentos sino que se les ha limitado el uso de reactivos a los menos peligrosos.

Además, el trabajo se ha llevado a cabo únicamente con once de los veintinueve alumnos que forman el grupo de Ciencias de 4º ESO por expreso deseo del profesor de la asignatura. Este hecho supone un problema ya que el cuestionario inicial se realizó a la totalidad de la clase (a excepción de un alumno por encontrarse ausente el día en que realizó), pues en esta fecha, el profesor sí estaba dispuesto a que las actividades que en este trabajo se desarrollan, fueran realizadas por todos los alumnos.

Las actividades se han desarrollado a lo largo de nueve sesiones aunque en un primer momento se programaron en diez. El cambio en el número de sesiones fue debido a no haber sido informada con la suficiente antelación de una actividad del centro que impedía desarrollar todas las sesiones.

Cabe destacar que la actitud de los alumnos fue participativa en todo momento mostrando un gran interés hacia las tareas experimentales tanto propias como de sus compañeros.

En el documento que aquí se presenta se divide en los apartados que se indican y resumen a continuación:

- **Antecedentes**. el apartado de Antecedentes recoge información bibliográfica sobre aspectos legislativos, psicológicos y pedagógicos que van a ser la base del desarrollo de este trabajo.
- **Presentación del centro**. En este apartado se recoge la información del Real Colegio Nuestra Señora de Loreto referente a sus características, su localización y los aspectos sociales y económicos de la zona en la que se ubica, con el fin de mostrar una idea del tipo de alumnado que estudia en sus aulas.
- **Cuestionario inicial**. Incluye los resultados obtenidos tras la realización, por parte de los alumnos, de un cuestionario inicial a través del cual se pretendía comprobar el grado de motivación de los estudiantes del grupo de Ciencias de 4º de Educación Secundaria Obligatoria por la asignatura de Física y Química.
- **Programación y presentación de la práctica docente**. En este apartado se recogen los objetivos de las actividades realizadas y su descripción, la metodología empleada, la programación de las actividades así como la evaluación realizada.
- **Desarrollo de las prácticas experimentales**. Incluye el desarrollo de cada una de las sesiones llevadas a cabo, así como el resultado de los informes finales entregados por los alumnos.
- **Cuestionarios finales**. En este apartado se recogen los resultados de los cuestionarios finales realizados, tanto por los alumnos que llevaron a cabo las actividades experimentales propuestas, como por los que no las realizaron. En ambos casos se recogen las impresiones de los estudiantes ante estas actividades.
- **Conclusiones**. Las conclusiones recogen el análisis del alcance de los objetivos planteados inicialmente así como propuestas de mejora del trabajo realizado.
- **Bibliografía**. En el apartado de bibliografía se recogen las referencias mencionadas a lo largo de todo el documento según las normas de la American Psychological Association (APA).
- **Anexos**. Se incluyen dos anexos en los que se recogen las preguntas de los cuestionarios inicial y finales realizados por los alumnos así como las rúbricas utilizadas para llevar a cabo las evaluaciones correspondientes.

Cabe destacar que la actividad docente desarrollada a lo largo de las sesiones que en este documento se recogen no tiene como fin utilizar a los alumnos de la manera que tanto critica Miguel de Unamuno en su cuento *El diamante de Villasola*, recogido en su obra *El espejo de la muerte* (1913), en el que el maestro de Villasola describe a sus alumnos como “conejiillos de Indias para experiencias pedagógicas”. Nada más lejos de la realidad, en la realización de este Trabajo Fin de Máster se ha pretendido, no sólo aprender aspectos básicos de la educación, sino y sobre todo, el bien para los estudiantes que en él han participado.

2. ANTECEDENTES

La enseñanza de la química ha estado siempre ligada a la experimentación como herramienta que permita una mayor asimilación de la teoría por parte del estudiante. Sin embargo, algunos estudios reflejan una eficacia dudosa de estas experiencias, que de poco sirven si no se realizan mediante una reflexión y un aprendizaje procedimental. Sèrè (2002) indica que estos conocimientos procedimentales al ser aprendidos al mismo tiempo que una visión construida de la ciencia, permiten la iniciativa y la autonomía a los estudiantes. Pero esta iniciativa y autonomía difícilmente se puede alcanzar mediante experiencias de laboratorio tradicionales que recuerdan más a una clase de cocina que a una clase de ciencias. Es necesario, involucrar a los alumnos a llevar a cabo su propio método científico, despertar su curiosidad y retarles a resolver cuestiones planteadas y dirigidas por el docente. A este respecto, Flores, Caballero Sahelices, y Moreira (2009), indican que la base para una acción didáctica debe basarse en la triada dinámica *contexto indagativo-explicación-reflexión* a través de cuatro fases, a saber: (a) diseño y planificación, (b) realización práctica para la recolección de datos, (c) reflexión para evaluar los hallazgos y (d) registro y elaboración de un informe para la comunidad respectiva. Son también estas experiencias de laboratorio esenciales para la motivación del alumno en esta materia.

2.1 IMPORTANCIA DE LA EXPERIMENTACIÓN QUÍMICA EN EL CURRÍCULO DE EDUCACIÓN SECUNDARIA

Que la experimentación científica debe formar parte de las unidades didácticas del área de Ciencias es un hecho avalado por la Administración. La Ley Orgánica de Educación (LOE) destaca en el artículo 1 del capítulo I el fomento de la investigación y de la experimentación como uno de los principios de la educación. Plantea el trabajo en equipo y la capacidad de aprender a aprender como objetivos de la Educación Secundaria. Además, la Comunidad de Madrid, a través del decreto 23/2007 (Consejería de Educación de la Comunidad de Madrid, 2007), de 10 de mayo apuesta por una metodología que introduzca a los alumnos al método científico mediante el planteamiento de cuestiones, tanto teóricas como experimentales, con el fin de facilitar el desarrollo de habilidades experimentales y como herramienta de motivación para el estudio. Es por ello, que uno de los objetivos que plantea para la etapa de la Educación Secundaria Obligatoria para las asignaturas de Ciencias de la Naturaleza, es “descubrir, reforzar y profundizar en los conocimientos teóricos, mediante la realización de actividades prácticas relacionadas con ellos”.

Nuestro sistema educativo, tradicionalmente se ha basado en un proceso repetitivo, de memorización, que pocas veces ha dejado lugar al razonamiento, lo cual parece ser un error ya que, tal y como recoge Pozo (1997), las personas somos muy limitadas en la recuperación de información literal, pero muy dotadas para la interpretación de esa misma información. El aprendizaje no debe basarse en la repetición de conceptos sino en la interpretación de los mismos, en la adquisición de habilidades y aptitudes que permitan formar a los alumnos en personas del mundo en el que viven, dotarles de conocimiento para ser capaces de desenvolverse en las situaciones que la vida les presente. Entonces, ¿por qué empeñarnos en mantener este sistema tradicional y no abrir las puertas a nuevos métodos que potencien esta capacidad de análisis y crítica? Es importante además, prestar especial atención a la evolución psicológica de los alumnos de la etapa secundaria, pues encontrándose en plena adolescencia van a experimentar una búsqueda continua de su propia identidad y es por ello, que a través de la ciencia se puede ofrecer una útil herramienta en la elaboración de su propia autocrítica personal mediante la posibilidad de *“aumentar el conocimiento y control de los propios procesos cognitivos, con la consiguiente capacidad de planificar, regular y evaluar más adecuadamente la propia acción y mediante la posibilidad de acceder a niveles más elevados de juicio y razonamiento moral, estableciendo una moralidad autónoma y basada en los principios de reciprocidad y cooperación, con una mayor potencialidad para*

comprender y respetar otros puntos de vista y posiciones distintas a la propia” (Onrubia, 1995).

Algunas Comunidades Autónomas como Cataluña apuestan por ir un paso más allá de las meras observaciones de laboratorio. El decreto 143/2007, de 26 de junio (Generalitat de Catalunya, 2007) establece como criterio de evaluación de la asignatura de Física y Química en 3º de Educación Secundaria, la planificación por parte del alumno de un experimento junto con la predicción de la influencia en la velocidad de reacción de diversas variables. En 4º de Educación Secundaria establece como contenido común a todos los bloques de la asignatura, la remodelación de un diseño experimental. Además, en este curso es obligatoria la realización de un proyecto de investigación en equipo referido a cualquier materia, entre ellas, las Ciencias.

2.2 POR QUÉ EXPERIMENTAR

No existe consenso entre autores sobre los beneficios que la experimentación tiene en la enseñanza de Ciencias. Autores como Thomson y Soyibo (2002), manifiestan que no hay evidencias significativas de una mejora en el conocimiento conceptual de los alumnos con las actividades experimentales, pero sí las hay en el aspecto actitudinal. Estos autores llevaron a cabo un estudio a partir del cual se observó que no se apreciaban diferencias significativas en los conocimientos de ácidos y bases entre un grupo de alumnos que realizaron prácticas de laboratorio frente a otro grupo que no las realizó.

Autores como Barberá y Valdés (1996) manifiestan que el objetivo principal de los docentes es la demostración de leyes a través de la experiencia, mientras que los alumnos entienden estas actividades como un medio para aprender habilidades experimentales y reforzar las clases teóricas. Hofstein y Lunetta (2004) señalan que estas habilidades deben desarrollarse y potenciarse en los laboratorios escolares. Es decir, no se puede pretender que el alumno sea capaz de llevar a cabo demostraciones experimentales si no se les enseña y fomenta el desarrollo de las habilidades necesarias, por lo que una buena introducción a la experimentación debe partir del desarrollo de estas habilidades mediante actividades sencillas y atractivas para los alumnos.

Es probable que el fracaso de la experimentación en términos de aprendizaje conceptual se deba a que los alumnos no participen de manera activa en la experimentación, siendo, por el contrario, meros espectadores o lectores de recetas diseñadas por otros, dificultando en cualquier caso su capacidad de razonar y comprender. Insausti y Merino (2000) sostienen que las metodologías experimentales en las que el alumno participa como un simple espectador o como alguien que únicamente se dedica a seguir las instrucciones impuestas por otro, como puede ser el docente, conducen a una actitud negativa del alumnado hacia las asignaturas de Ciencias.

Sin embargo, sí hay evidencias no sólo de carácter actitudinal hacia la asignatura sino también de una mejora tanto en habilidades científicas, incluyendo las capacidades de observación y comunicación, como en aspectos de aprendizaje conceptual, utilizando una metodología diferente a la empleada tradicionalmente, una metodología en la que los alumnos sean participantes activos de sus experiencias en el laboratorio para que de esta manera sean capaces de relacionar lo que ven con lo que se les pretende enseñar (Aguiar Andrade, 2011). Defensores de esta metodología son Gil Pérez y Valdés Castro (1996) quienes sostienen la necesidad de acabar con la metodología experimental tradicional para pasar a una metodología mediante la cual se permita a los alumnos desarrollar el método científico presentándoles situaciones que deban resolver mediante la reflexión, emisión de hipótesis, diseño de las prácticas experimentales y análisis y discusión de los resultados.

Siguiendo esta línea metodológica, Pumacayo y Untiveros (2006) llevaron a cabo una investigación a través del proyecto “*Descubriendo la química a través de los colores y los productos naturales*”. Con las actividades desarrolladas a lo largo del proyecto observaron un rendimiento académico del grupo experimental significativamente más elevado que al comienzo de este proyecto. También observaron una mejora significativa del grupo experimental respecto al grupo de control de actitudes científicas tales como la capacidad de cooperación, de autonomía personal y emprendedora así como de su grado de responsabilidad.

El laboratorio de ciencias permite el desarrollo de aspectos tan importantes como la lógica cognitiva, la paciencia o la constancia. Desarrollar estos aspectos en la etapa adolescente puede ser de gran ayuda en el desarrollo de la madurez de los alumnos de estas edades. Es en estas edades donde los alumnos deben alcanzar el cuarto estadio definido por Piaget, estadio de las operaciones formales, en el cual los adolescentes son capaces de pensar de manera lógica y abstracta siendo capaces de formular hipótesis de resolución de los problemas que se planteen. Alcanzar el estadio de las operaciones formales va a permitir un cambio cognitivo entre la etapa infantil y la adulta si bien es cierto que “gran parte de los adolescentes y de los adultos no muestran un pensamiento formal consolidado” (Moreno & del Barrio, 2000) por lo que es importante ayudar al adolescente a consolidar este pensamiento formal, siendo el laboratorio una vía a tener en cuenta. Este proceso de metacognición se va a desarrollar en tres etapas descritas por Marroquín (2013):

- Planificación: incluye tareas anteriores a la actuación que ayudan a alcanzar las metas del aprendizaje.
- Regulación: incluye la autodirección y control del conocimiento.
- Evaluación: requiere verificar el proceso de aprendizaje y valorar si los objetivos se cumplieron y la calidad de los resultados.

Estas etapas de conocimiento pueden desarrollarse mediante actividades de laboratorio en las que los propios alumnos sean protagonistas de su propio aprendizaje mediante una metodología de aprendizaje por descubrimiento.

2.3 EXPERIMENTAR PARA MOTIVAR

Despertar la sorpresa del alumno y su curiosidad por los fenómenos que le rodean puede ser esencial para recuperar a aquellos alumnos que, por cualquier razón, pierdan el interés por la asignatura y para incentivar a aquellos que siguen apostando por la ciencia a pesar de las dificultades que se les presente. Aumentar el grado de motivación del alumno pasa por acercar la Ciencia a sus necesidades cotidianas, incentivando su utilidad social y tecnológica consiguiendo que sea el propio estudiante quien tome la decisión de querer ampliar sus conocimientos. La experimentación y el consecuente interés generado por aprender ciencia pueden ser también de gran utilidad para eliminar el concepto negativo que socialmente la ciencia en general y la química en particular ha alcanzado debido al desconocimiento.

El desinterés por las asignaturas de Ciencias está causado por múltiples factores entre los que se encuentra la metodología tradicional empleada para su enseñanza. Sanmartí y Márquez Bargalló (2012) llegan a una interesante reflexión. Se plantean si la edad de los alumnos influye en su curiosidad científica y, por tanto, en su motivación, o por el contrario es la forma de enseñar la que influye.

Solbes, Montserrat, y Furió (2007) aportan datos preocupantes acerca de la visión de alumnos de 3º y 4º de Educación Secundaria sobre la Física y la Química. En este trabajo se ha encuestado a un total de 91 alumnos acerca de cuestiones tan relevantes como el

papel de la física y la química en la sociedad, de las aportaciones que la correspondiente asignatura puede ofrecerles y de las causas que han propiciado su desinterés por ella. Un 70,8% de los alumnos encuestados manifiestan que la asignatura es aburrida y difícil y un 66,7% considera que la Física y Química no puede aportarles ningún valor. El trabajo recoge también que un 54,2% de los alumnos opina que actividades de laboratorio podrían despertar su curiosidad e interés por la asignatura.

A la vista de estos datos, es evidente que es necesario un cambio en la metodología de la enseñanza científica y que se debe ofrecer una visión útil de la asignatura.

Actualmente numerosos proyectos educativos tales como el inglés *Salter's Advanced Chemistry* (Burton, 2000) o el holandés *The Chemie im Kontext Project* (Nnentwig, Demuth, Parchmann, Ralle, & Gräsel, 2007) defienden esta necesidad de metodologías alternativas que incluyen mostrar los métodos que utiliza la química y el trabajo que realizan los químicos así como enfatizar la relación de la química con la vida cotidiana (Grupo Salters, 1999). A este respecto, Guitart, Caamaño y Corominas (2012) afirman que este tipo de proyectos realizados en países europeos aumenta el interés de los alumnos hacia la química.

El desinterés por la Ciencia no sólo está presente en ámbitos escolares. Las vocaciones científicas, especialmente las enfocadas a la experimentación y la tecnología, son muy inferiores a las de otras áreas como las sociales o las humanísticas. Según datos del Ministerio de Educación, Cultura y Deporte (2014) el porcentaje de estudiantes matriculados en estudios de Grado a fecha de enero de 2013 en la rama de Ciencias se sitúa en un 5,8% frente a los matriculados en la rama de Ciencias Sociales y Jurídicas quienes representan el 47%. Un estudio llevado a cabo por Ignacio González (2009) sobre los motivos que llevan a los alumnos preuniversitarios a elegir sus estudios superiores revela que el motivo principal a la hora de decantarse por estudios en la rama de Ciencias se debe a la motivación en el 51,4% de los casos. Es especialmente alarmante que el 30,6% de los estudiantes encuestados deba su elección de estudiar alguna carrera de Ciencias a no poder optar a otra, lo que de forma indirecta se puede traducir en desmotivación por su elección. A la vista de estos datos es imposible obviar la importancia que motivar al alumnado en la etapa de Educación Secundaria puede tener en el futuro de estudiantes.

2.4 EL APRENDIZAJE POR DESCUBRIMIENTO

La utilización de metodologías calificadas como abiertas, como puede ser el aprendizaje por descubrimiento, podrían ser claves para paliar las deficiencias que las actividades experimentales tradicionales llevan asociadas. Mas (2011) defiende la utilización de este tipo de pedagogías para favorecer el proceso de aprendizaje del alumno así como su capacidad de razonamiento. Además, acorde con las características del aprendizaje por descubrimiento, es la definición de Ciencia que propone el proyecto de evaluación PISA (OCDE, 2000): *“Combinación del conocimiento científico con la obtención de conclusiones basadas en la evidencia y desarrollo de hipótesis para comprender y ayudar a tomar decisiones sobre el entorno natural y los cambios que éste experimenta por la acción humana”*.

El aprendizaje por descubrimiento es clave para la formación de ciudadanos críticos, ciudadanos capaces de pensar por sí mismos, capaces de asumir sus propios errores y de tomar decisiones que ayuden a enmendarlos. Se debe educar a los alumnos para ser capaces de asumir los retos que el futuro les depare. Los alumnos deben, por tanto, aprender a aprender.

Los docentes no deben preocuparse únicamente de formar alumnos capaces de obtener buenos resultados académicos sino también alumnos capaces de pensar por sí mismos. A este respecto, Bruner (1960), gran defensor del aprendizaje por descubrimiento, afirma que

“si se ayuda a los estudiantes a utilizar sus capacidades intelectuales por completo, tendremos mayor probabilidad de sobrevivir como democracia en un mundo de gran complejidad tecnológica y social”.

Una mejora en los resultados de aprendizaje en general y actitudinales en particular a través de la acción investigadora de los alumnos podría ser algo obvio. Convertir a los alumnos en científicos, concediéndoles autonomía en su aprendizaje puede ser un gran acercamiento a su visión de la Ciencia mejorando así su motivación, dando sentido a todo lo que siempre se les ha contado sobre el planteamiento de hipótesis, experimentación y evaluación de resultados. De esta manera, se fomentaría realmente la enseñanza y aplicación del método científico pues de lo contrario “*si se limitara la tarea de laboratorio a ejercicios empiristas podría inducirse una falsa imagen sobre lo que es la tarea de la ciencia*” (Hodson, 1988).

El aprendizaje por descubrimiento no solo es positivo en cuanto al desarrollo cognitivo del alumno. También puede ser de utilidad para paliar posibles fallos en la comunicación entre el alumno y el docente. Jong (1996) en su trabajo *La investigación activa como herramienta para mejorar la enseñanza de la química: nuevos enfoques* describe como algunos conceptos básicos de química suponen un gran problema para los alumnos debido, en algunos casos, a terminologías empleadas por los docentes de manera incorrecta o con el fin de abreviar conceptos que suponen una fuente de confusión para los alumnos. Con metodologías basadas en aprendizaje por descubrimientos estas lagunas o confusiones en los alumnos podrían paliarse de manera significativa. De esta manera los alumnos son conscientes de los aspectos en los que deben profundizar para alcanzar una comprensión más completa de los conceptos a aprender.

El aprendizaje por descubrimiento no implica, sin embargo, la desaparición de la figura docente sino que lo convierte en guía de los alumnos. Es él quien debe orientar y marcar las pautas del aprendizaje. Mediante esta metodología, el profesor debe plantear a los alumnos cuestiones que les faciliten la reflexión de sus dudas, ayudándoles de esta manera a desarrollar sus habilidades metacognitivas (Morales & Landa, 2004)

Crujeiras, Jiménez y Gallástegui (2013) llevaron a cabo una secuencia de actividades con alumnos de 3º (21 estudiantes) y 4º (10 estudiantes) de Educación Secundaria de un Centro Público Integrado (CPI) en las que los propios alumnos debían diseñar sus actividades experimentales. El trabajo de estos autores está enmarcado en el Proyecto RODA (Razonamiento, Discusión y Argumentación) llevado a cabo en la Universidad de Santiago de Compostela. Estas actividades se llevaron a cabo con el fin de lograr tres objetivos principales relacionados con:

- El proyecto RODA. En relación con el desarrollo de competencias científicas a través de las cuales el alumno sea capaz de diseñar y llevar a cabo investigaciones e interpretar y comunicar resultados.
- El currículo de química en 3º y 4º de ESO. En relación con este punto, el alumnado debe ser capaz de poner en práctica conocimientos descritos en los correspondientes currículos así como desarrollar destrezas tales como la formulación de hipótesis, recogida de datos o interpretación de resultados.
- El contexto del aula y el alumnado participante. A este respecto se pretendía que el alumnado aumentase su interés por la química así como su autoestima y autonomía en las clases de ciencias.

Las actividades llevadas a cabo en este trabajo se describen a continuación. Como puede observarse, no fue necesario realizar experimentos muy sofisticados:

- 3º de ESO:
 - *¿Qué pasta de dientes es menos efectiva contra la caries?* En esta actividad los alumnos debían llevar a cabo una reacción química entre carbonato de calcio y ácido clorhídrico.
 - *El pedido roto.* En esta actividad los alumnos debían identificar y clasificar una mezcla de sustancias.

- 4º de ESO:
 - *Contaminación industrial.* Los alumnos debían identificar sustancias presentes en muestras de agua.
 - *El residuo sorpresa.* Los alumnos debían identificar el contenido de una disolución.
 - *¿Quién escribió el anónimo?* Los alumnos debían llevar a cabo una cromatografía de tintas de bolígrafo.

Los autores del trabajo recogen a modo de conclusión que los alumnos fueron capaces de llevar a cabo el diseño de sus experimentos así como una mejora en su autonomía. Además, a lo largo del trabajo destacan la curiosidad despertada entre los alumnos así como la figura del docente como fundamental para guiar a los alumnos hacia los objetivos que se pretenden.

3. PRESENTACIÓN DEL CENTRO

El Real Colegio Nuestra Señora de Loreto es un centro de educación concertado de dos líneas, con ochocientos seis alumnos matriculados en el presente curso académico, que abarca todas las etapas educativas desde Educación Infantil hasta Bachillerato. No ofrece programa de diversificación curricular ni ciclos de Formación Profesional.

El Real Colegio Nuestra Señora de Loreto nace por orden de Felipe II, en torno a 1585, como colegio para niñas pobres en la plaza de Antón Martín. Este colegio inicial, fue derribado a finales del siglo XIX debido a su mal estado y en 1884 comienza a edificarse el colegio en su actual ubicación bajo las directrices del arquitecto Enrique Repullés Segarra. La entrada al colegio cuenta con un arco de piedra sobre el que se puede observar el escudo heráldico de Felipe II y la inscripción de *Real Colegio* haciendo así alusión a sus orígenes históricos. Además, el edificio del colegio pertenece a Patrimonio Nacional (Escuelas Católicas de Madrid, 2012).

En sus instalaciones, el colegio cuenta con dos patios con canchas de baloncesto, aulas de educación infantil, primaria, secundaria y bachillerato, gimnasio, laboratorio, comedor, biblioteca, aulas TGD (Trastorno Generalizado del Desarrollo), aula taller, capilla, sala de visitas y salón de conferencias. Los pasillos del colegio son estrechos y con multitud de escaleras, lo que dificulta la movilidad.

3.1 UBICACIÓN DEL CENTRO

El Real Colegio Nuestra Señora de Loreto se encuentra situado en la calle O'Donnell número 61, perteneciente al distrito de Salamanca, concretamente en el barrio de Goya. Se puede llegar a él en transporte público gracias a la multitud de líneas de autobuses que tienen parada en sus inmediaciones así como mediante la línea 6 de Metro.

3.2 CARACTERÍSTICAS SOCIALES Y ECONÓMICAS

El nivel económico del distrito se encuentra entre los más altos de Madrid aunque presenta uno de los porcentajes más altos de población inmigrante (11,25%), aunque una población inmigrante de alto nivel económico, siendo italianos en su mayoría (Ayuntamiento de Madrid, 2015). Sin embargo, el reflejo de la población extranjera entre el alumnado del centro es insignificante.

4. CUESTIONARIO INICIAL

Se ha realizado un cuestionario inicial, recogido en el Anexo I, a veintiocho alumnos de ciencias de 4º de Educación Secundaria Obligatoria con el fin de detectar su grado de motivación por la asignatura de Física y Química. Los resultados obtenidos se muestran a continuación.

4.1 RESULTADOS

- Pregunta 1

La primera pregunta corresponde a si a los alumnos les gusta o no la asignatura y cuáles son las causas. Tal y como se observa en el gráfico, al 50% de los alumnos no les gusta la asignatura. Las razones que alegan se reparten entre “no la entiendo”, “apenas hemos ido al laboratorio”, “es aburrida” y “no es útil”.

El 39% de los alumnos afirma que la asignatura les gusta porque “es interesante” y porque les gusta ir al laboratorio.

Un 11% de los alumnos no ofrece una respuesta clara. Afirman que hay partes de la asignatura que les gusta, como ir al laboratorio, y otras no, como la formulación.

Hay una respuesta generalizada, tanto entre los que afirman que les gusta la asignatura como entre los que afirman lo contrario, lo que más les gusta es el laboratorio pero que tan sólo han ido una vez a lo largo del curso. Se observa, por tanto, una alta motivación por parte de los alumnos a realizar actividades experimentales.

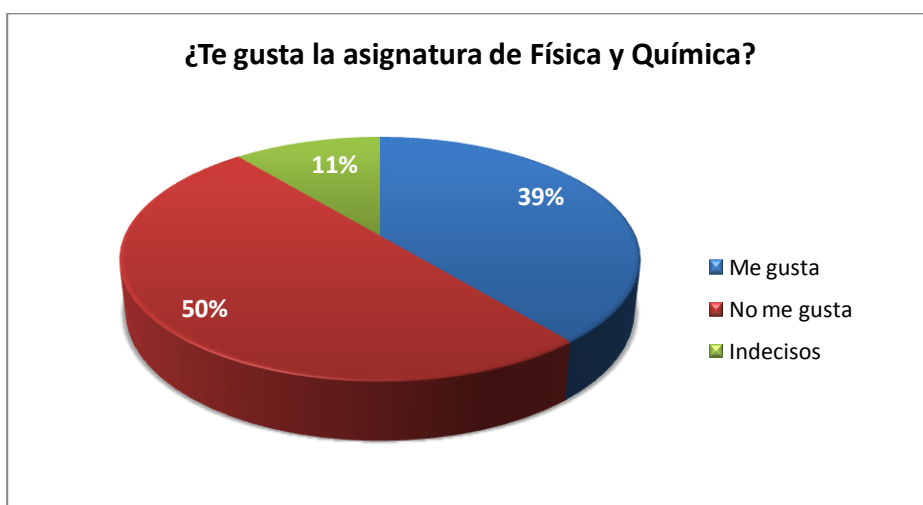


Ilustración 1 Respuestas a la pregunta 1 del Cuestionario Inicial

- Pregunta 2

Se ha preguntado sobre el concepto de reacción química y aunque en general los alumnos tienen una idea aproximada de lo que una reacción implica, tan sólo un 32% de los alumnos ha dado una respuesta correcta mientras que en el caso del 36% de los alumnos ha sido incorrecta y un 22% no ha contestado.

A la hora de poner un ejemplo de reacción química, es llamativo el hecho de que un 18% de los alumnos que ha contestado a la pregunta han confundido reacción química con compuesto químico. Tan solo un 11% de los alumnos ha plasmado un ejemplo de reacción química al preguntarles por las reacciones que conocen. En dos casos las han

nombrado y un tercer caso ha intentado poner un ejemplo formulando aunque ha formulado de manera incorrecta y no ha sabido indicar los productos de dicha reacción. Estos ejemplos han sido:

- Combustión del metano.
- Reacciones de combustión.
- $\text{H}_2\text{O} + \text{HClO}_2$

Cabe destacar que a fecha de realización de este cuestionario aún no se habían impartido tipos de reacciones químicas en la asignatura aunque sí se hizo una introducción a ellas el curso anterior, por lo que se observa que el año pasado no hubo un correcto aprendizaje de las mismas.



Ilustración 2 Respuestas a la pregunta 2 del Cuestionario Inicial

- Pregunta 3

En la tercera pregunta del cuestionario se ha propuesto el ajuste de una reacción sencilla (combustión del monóxido de carbono) así como indicar los reactivos y productos. Un 61% de los alumnos ha ajustado la reacción correctamente, un 11% incorrectamente y un 28% ha dejado la pregunta en blanco.

Además, en el caso de identificar los reactivos y el producto de la reacción propuesta, un 22% de los alumnos lo ha hecho correctamente, un 14% no ha hecho la identificación completa y un 64% no ha contestado.

Llama la atención que de manera mayoritaria sean capaces de realizar un ajuste de reacción pero no sepan expresar en qué consiste una reacción química. Es por ello, que la idea de un mal aprendizaje en el curso anterior alcanza más peso a la vista de estos resultados. Es probable que el año pasado realizaran un estudio memorístico pero sin entender qué memorizaban.

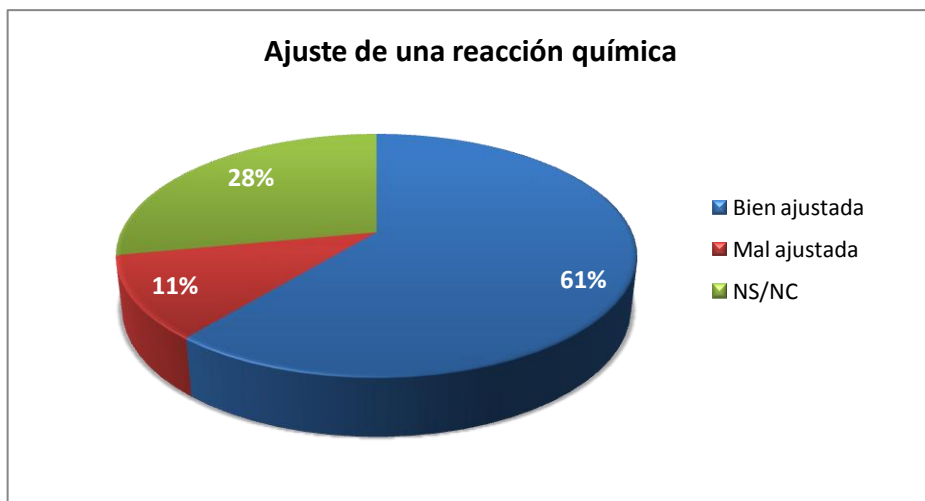


Ilustración 3 Respuestas a la pregunta 3 del Cuestionario Inicial

- Pregunta 4

La cuarta pregunta consistente en el cálculo de la masa molecular del ácido sulfúrico ha sido contestada correctamente por únicamente un 11% de los alumnos. Un 25% de los alumnos ha realizado el cálculo de manera incorrecta y un 64% ha dejado la pregunta en blanco.

Una vez más, los resultados parecen demostrar un aprendizaje incorrecto del año anterior ya que este tipo de cálculo se trabaja en 3^o ESO.

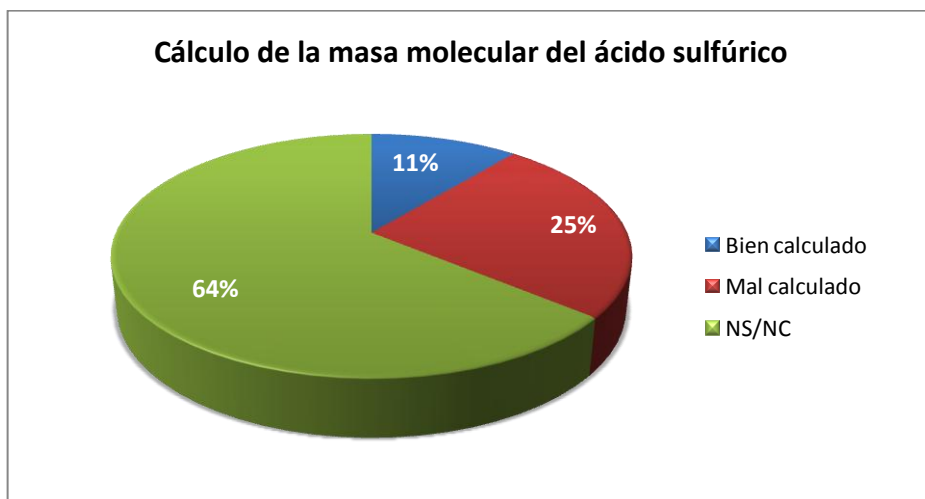


Ilustración 4 Respuestas a la pregunta 4 del Cuestionario Inicial

- Pregunta 5

En la quinta pregunta, se propuso a los alumnos el cálculo del número de moles de ácido sulfúrico conociendo el volumen, densidad y el cálculo de la masa molecular calculada en la pregunta anterior. En esta ocasión, un 18% de los alumnos ha intentado resolver la cuestión a través del número de Avogadro, llegando así a un resultado erróneo. El 28% restante ha dejado en blanco la pregunta.

Esta pregunta no se puede contestar correctamente sin tener el cálculo de la masa molecular de la pregunta anterior bien hecho por lo que a la vista de los resultados de la cuarta pregunta es lógico obtener resultados incorrectos. Sin embargo, el profesor de la asignatura me advirtió, antes de tener los resultados al cuestionario, que en esta pregunta aunque estos cálculos se estudiaron el curso anterior, los alumnos no iban a contestar satisfactoriamente ya que en el curso actual aún no se habían realizado cálculos de este tipo. Una vez más, se ponen de manifiesto, por lo tanto, el mal aprendizaje de la asignatura del curso anterior.

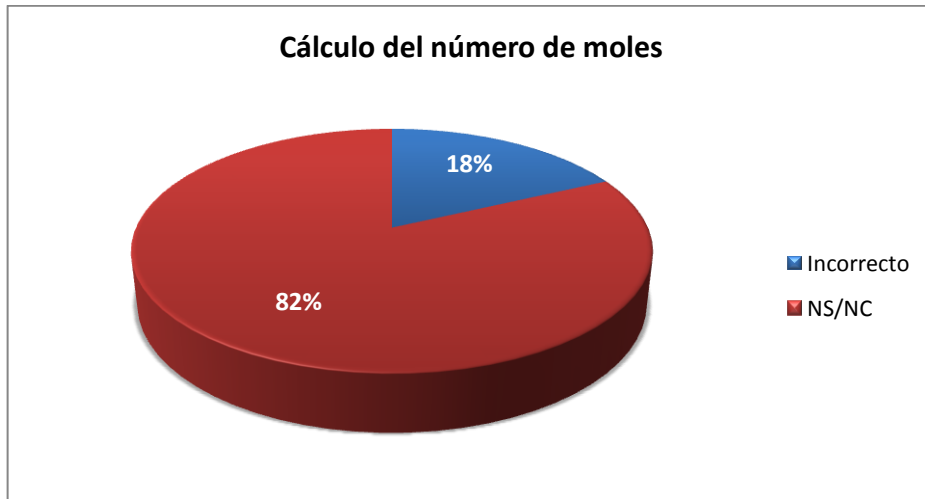
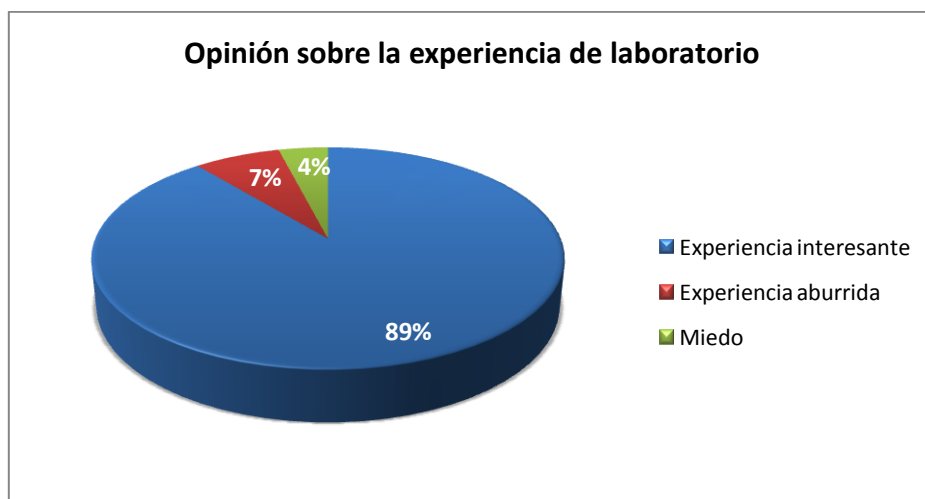


Ilustración 5 Respuestas a la pregunta 5 del Cuestionario Inicial

- Pregunta 6

La pregunta seis consistió en conocer si los alumnos han estado en un laboratorio alguna vez y cómo vivieron la experiencia. El 100% de ellos afirma que han estado en el laboratorio del colegio. Un 89% de los alumnos asegura que fue una experiencia divertida o interesante frente a un 7% de ellos que asegura que les resultó aburrido y un 4% que vivió la situación con miedo por lo que pudieran hacer sus compañeros.



Con estas respuestas, se vuelve a poner de manifiesto la predisposición de los alumnos para realizar actividades de laboratorio.

- Pregunta 7

La séptima pregunta, tenía como objetivo conocer si los alumnos reconocen materiales básicos de laboratorio tales como: un vaso de precipitados, un tubo de ensayo, un embudo de decantación, un matraz, una probeta, un erlenmeyer y una pipeta. El utensilio más conocido ha sido la pipeta, reconocida por veinte alumnos, frente al embudo de decantación que ningún alumno ha reconocido.

Es probable que no hayan sabido identificar el embudo de decantación porque no se dispone de ninguno en el laboratorio. Sin embargo, sí se dispone del resto de materiales, por lo que es probable que en las actividades experimentales en las que han participado no se les haya comentado el nombre de todos los utensilios.

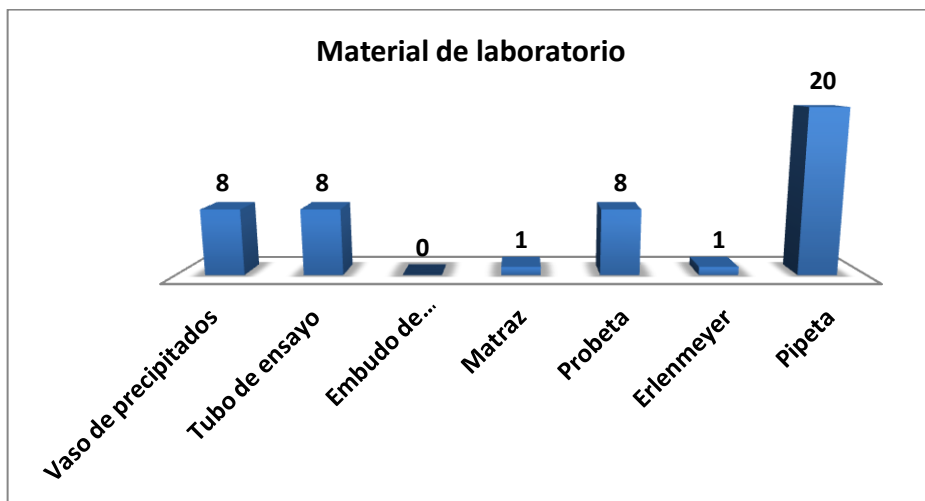


Ilustración 6 Respuestas a la pregunta 7 del Cuestionario Inicial

- Pregunta 8

En la pregunta ocho, se mostraron seis pictogramas de seguridad con el fin de conocer cuántos eran capaces de reconocer los alumnos. El pictograma más reconocido ha sido el de *perjudicial para el medio ambiente*, veintidós alumnos, frente al de *comburente*, reconocido por tan solo un alumno. A pesar de que tan solo diez alumnos han reconocido como *tóxico* el primer pictograma, lo cierto es que los dieciocho alumnos restantes lo han identificado como *mortal* o *venenoso*.

A la vista de estos resultados, cabe pensar que no ha habido un aprendizaje de aspecto de seguridad, bien porque desde el centro no se le ha dado importancia y no se le ha dedicado tiempo o bien porque los alumnos no lo recuerdan bien.

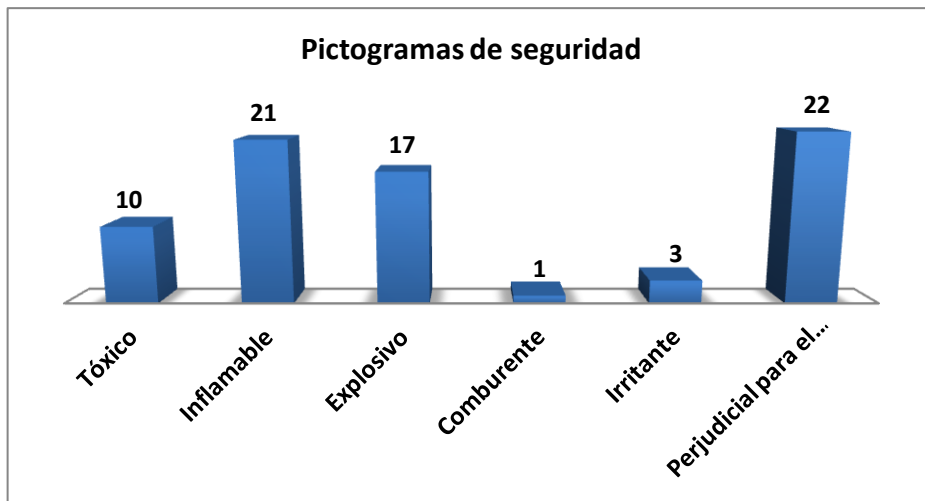


Ilustración 7 Respuestas a la pregunta 8 del Cuestionario Inicial

Las preguntas realizadas a continuación (de la nueve a la diecisiete) consistieron en cuestiones relacionadas con normas de seguridad en el laboratorio.

- Pregunta 9

Ante la afirmación *en el laboratorio está prohibido comer y beber a excepción de chicles o agua*, once de los veintiocho alumnos han marcado la respuesta correcta.

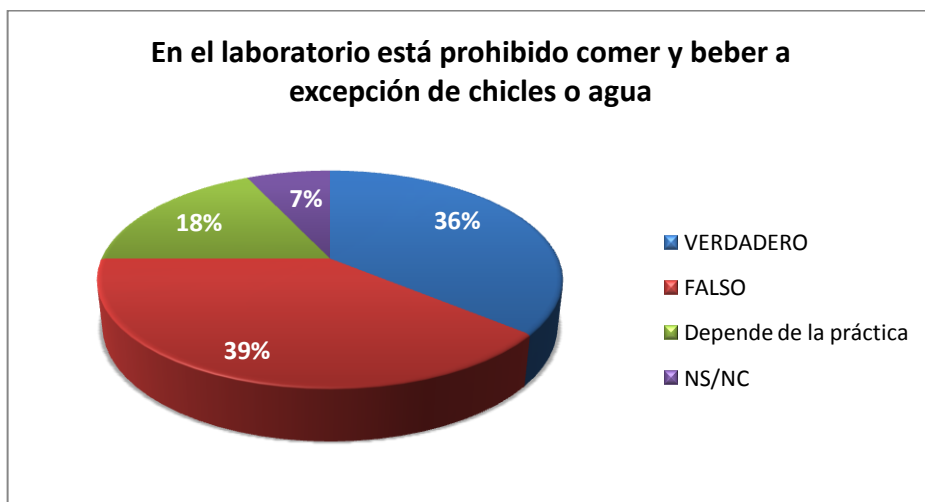


Ilustración 8 Respuestas a la pregunta 9 del Cuestionario Inicial

Es probable que un alto porcentaje de alumnos no hayan elegido la opción correcta a esta afirmación debido a que nunca les hayan hablado sobre normas de seguridad de laboratorio, entre ellas las relacionadas con la ingesta de alimentos o bebidas.

- Pregunta 10

Los alumnos conocen, de manera mayoritaria, la indumentaria correcta para entrar en un laboratorio probablemente debido a que se les ha inculcado este hábito o a haberlo observado en otras personas.

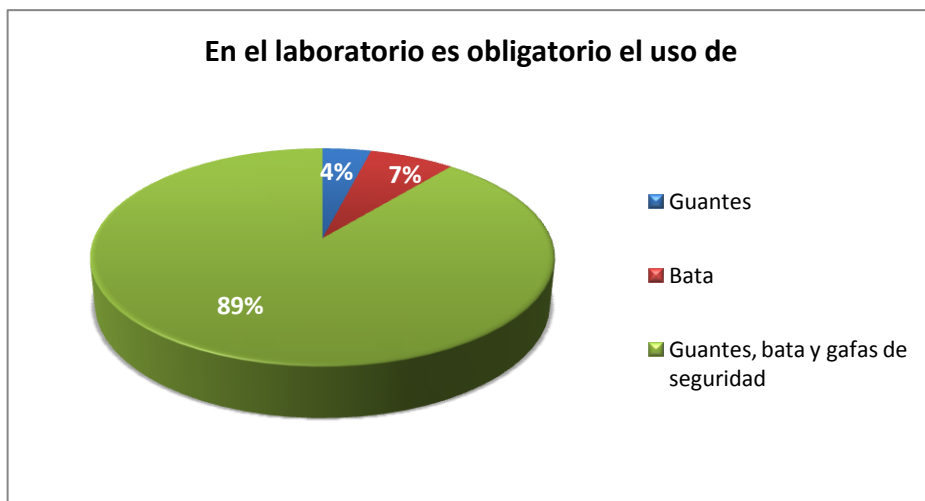


Ilustración 9 Respuestas a la pregunta 10 del Cuestionario Inicial

- Pregunta 11

La pregunta once, referida a la norma de no correr en un laboratorio, ha sido respondida correctamente por el 89% de los alumnos. No está permitido correr por los pasillos del colegio por lo que ésta puede ser la razón de que entiendan que en el laboratorio tampoco.

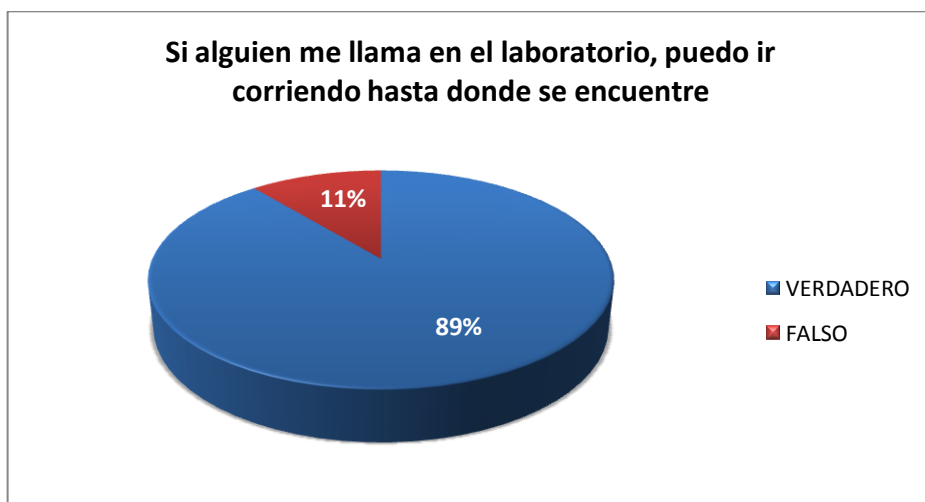


Ilustración 10 Respuestas a la pregunta 11 del Cuestionario Inicial

- Pregunta 12

En la pregunta doce, referente a qué fijarse antes de la utilización de un reactivo, el 89% de los alumnos ha elegido la opción del *pictograma de seguridad* frente al 4% que ha optado por *dónde está colocado* y el 7% que ha elegido la opción de *su color*.

Es un resultado curioso teniendo en cuenta que en la pregunta de identificar pictogramas de seguridad los resultados no han sido demasiado buenos. La conclusión que se obtiene es que reconocen que los pictogramas son dibujos que tienen relación con la seguridad y, por tanto, son importantes, pero no saben leerlos correctamente.

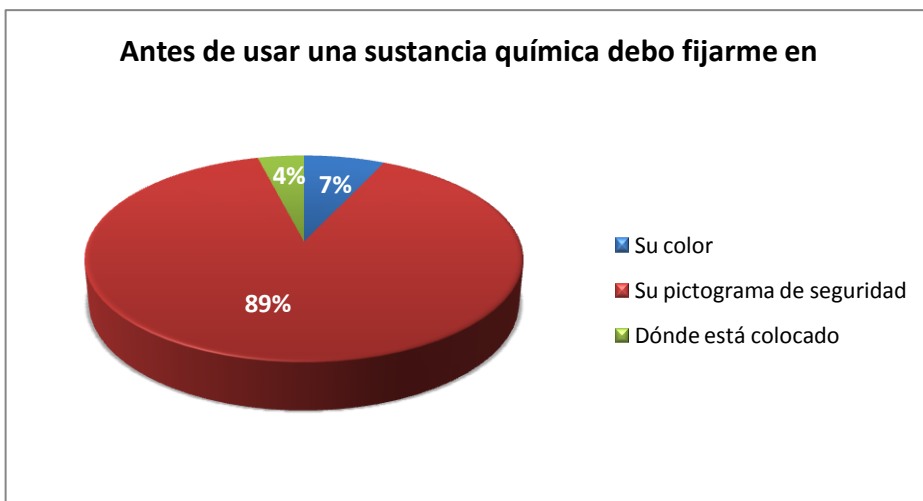


Ilustración 11 Respuestas a la pregunta 12 del Cuestionario Inicial

- Pregunta 13

A la pregunta trece, referida al uso de lentillas, el 36% de los alumnos cree que es recomendable su uso en un laboratorio, el 46% opina que dicha afirmación es falsa, el 11% afirma que depende de la práctica y un 7% no ha contestado a la pregunta.

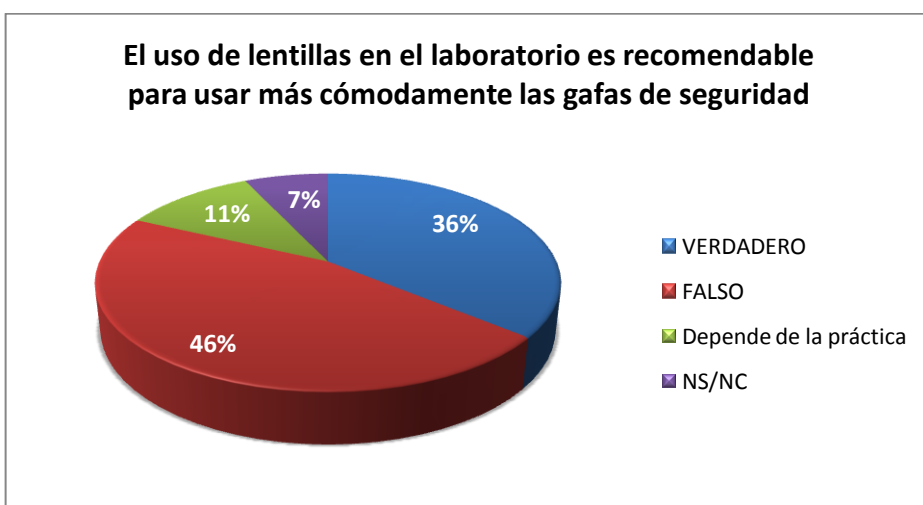


Ilustración 12 Respuestas a la pregunta 13 del Cuestionario Inicial

- Pregunta 14

En la pregunta catorce, el 89% de los alumnos opta por preguntar al profesor ante cualquier duda, el 7% opina que deben consultar a sus compañeros y el 4% cree que debe utilizar el móvil para encontrar respuestas.

Estos resultados pueden ser un reflejo de lo que normalmente ocurre en cualquier clase de teoría de este grupo y cómo actúan en caso de dudas.



Ilustración 13 Respuestas a la pregunta 14 del Cuestionario Inicial

- Pregunta 15

La pregunta quince consistió en el orden de acciones que se deben llevar a cabo ante la detección de una fuga de gas. El 11% de los alumnos sostiene que deben cerrar la llave de paso (opción a), el 4% afirma que debe abrir puertas y ventanas (opción b), otro 4% afirma que no se deben abrir puertas ni ventanas (opción c), el 71% opina que debe cerrar la llave de paso y abrir las ventanas (opción d), el 6% ha elegido la opción de cerrar la llave de paso y no abrir puertas ni ventanas (opción e) y un 4% no ha contestado a la pregunta.

Debido a que la seguridad referente a olor a gas es algo que también puede preocupar en casa es probable que haya influido en los buenos resultados obtenidos en esta pregunta.

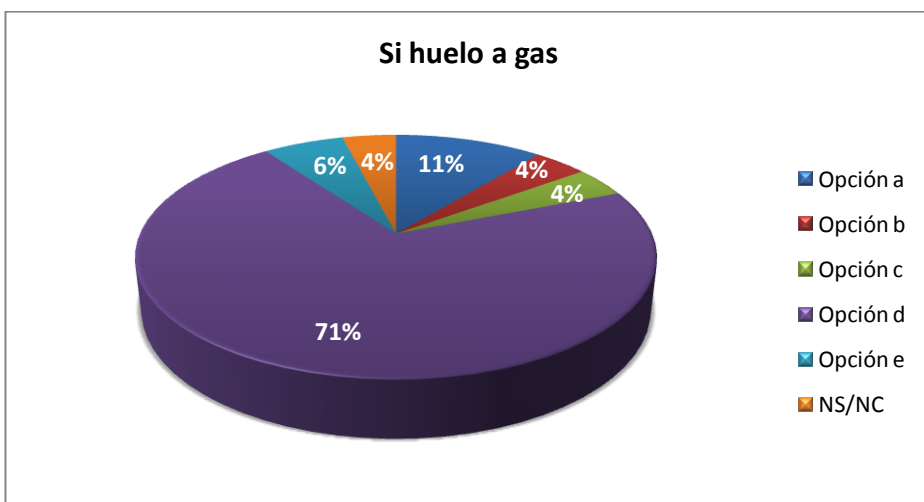


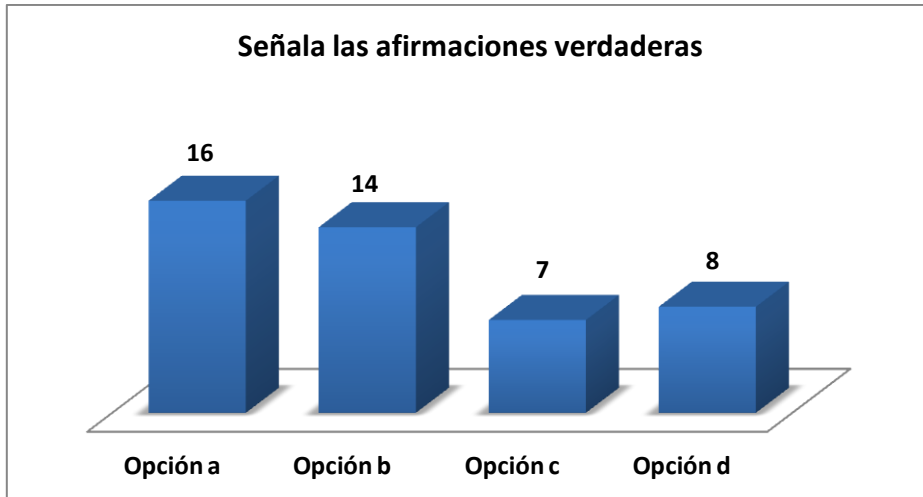
Ilustración 14 Respuestas a la pregunta 15 del Cuestionario Inicial

- Pregunta 16

En la pregunta dieciséis se propuso a los alumnos elegir las afirmaciones verdaderas de entre: el pelo debe llevarse recogido (opción a), no se deben usar anillos, pulseras ni

collares (opción b), no es necesario saber cuántos extintores hay en el laboratorio (opción c) y ninguna de las anteriores es cierta (opción d). Tan solo siete alumnos han marcado las opciones a y b como ciertas.

Uno de los alumnos afirma en una nota que "nunca les han obligado a ninguna de estas normas", lo que justificaría que tan pocos alumnos hayan elegido la opción correcta.



- Pregunta 17

En la pregunta diecisiete, se preguntó a los alumnos si deben lavarse las manos antes de salir del laboratorio únicamente si no han utilizado guantes (opción a), siempre (opción b) o depende de la práctica (opción c). El 18% de los alumnos afirma que deben lavarse las manos únicamente si no han utilizado guantes, el 54% opina que siempre y el 28% manifiesta que depende de la práctica.

Es posible que el porcentaje de alumnos que opinan que siempre deben lavarse las manos antes de abandonar el laboratorio no haya sido más elevado porque nunca les han obligado, o al menos recomendado, hacerlo.

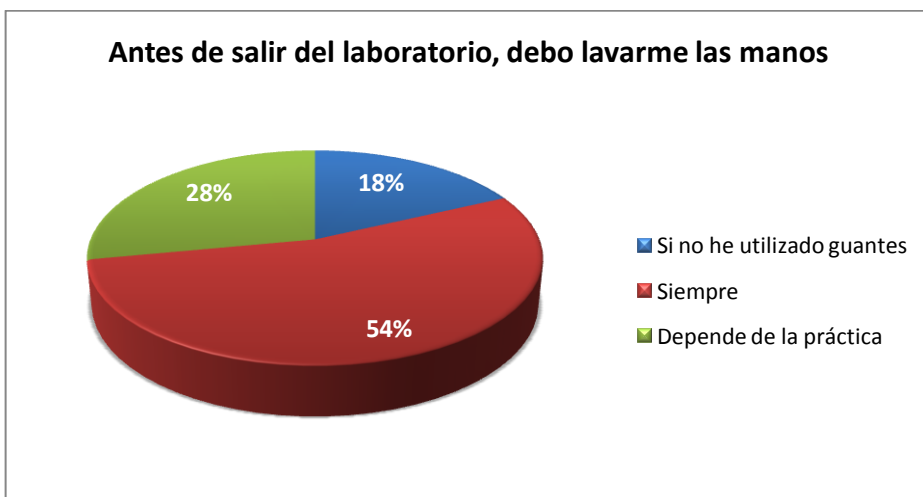


Ilustración 15 Respuestas a la pregunta 17 del Cuestionario Inicial

4.2 OBSERVACIONES DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN EL CUESTIONARIO INICIAL

Los resultados del cuestionario inicial ponen de manifiesto una clara desmotivación de los alumnos por la asignatura de Física y Química.

Llama la atención la falta de conocimientos ante conceptos tan básicos como el cálculo de la masa molecular o el número de moles, aunque lo más destacable es el hecho de que no sepan qué es una reacción química pero sí sepan hacer ajustes estequiométricos lo cual apoya la idea de un aprendizaje mecánico y sin comprensión.

Es muy positiva la actitud que demuestran ante la idea de actividades experimentales por lo que, a la vista de la falta de motivación que se observa, es una vía muy plausible para tratar de subsanar este problema teniendo en cuenta además, que el profesor de la asignatura expresó su deseo de que orientase mi Trabajo Fin de Máster a actividades experimentales.

Se observan carencias importantes de hábitos de seguridad en el laboratorio tales como las referidas a la prohibición de comer o beber en el laboratorio, identificación correcta de pictogramas de seguridad o el uso de lentillas. A la vista de las prácticas realizadas a lo largo de este Máster en Formación de Profesorado es evidente que estas carencias en hábitos de seguridad son debidas a que no se llevan a cabo medidas de seguridad a lo largo de los cursos ni se instruye a los alumnos en ellas. Claro ejemplo es el comentario anotado por uno de los alumnos en el cuestionario inicial indicando que nunca les han obligado al cumplimiento de normas de seguridad.

Por todas estas razones, se ha decidido realizar este Trabajo Fin de Máster orientado a la realización de actividades experimentales como herramienta de motivación, aplicando una metodología de aprendizaje por descubrimiento. Se ha descartado la metodología tradicional mediante la cual los alumnos seguían los pasos indicados por el docente a modo de "receta química" a la vista de los escasos resultados que esta manera de trabajar aporta, tal y como recoge la bibliografía consultada.

5. PROGRAMACIÓN Y PRESENTACIÓN DE LA PRÁCTICA DOCENTE

Durante el tiempo de prácticas, he realizado una secuencia de actividades de laboratorio con alumnos de 4º de Educación Secundaria. En un primer momento el profesor estaba de acuerdo con que todos los alumnos participaran en las actividades. Sin embargo, posteriormente y una vez que ya se había realizado el diseño de este Trabajo Fin de Máster y analizado los cuestionarios iniciales, el profesor cambió de opinión y tan solo se permitió participar a aquellos que hayan aprobado la segunda evaluación de la asignatura de Física y Química, además de una alumna que, teniéndola suspensa, se le dio la oportunidad de participar en estas actividades debido a que su suspenso no era demasiado bajo. En total han participado once alumnos.

En los siguientes puntos se recoge la programación y desarrollo de estas actividades de laboratorio.

I. OBJETIVOS

Con la realización de las actividades de laboratorio que aquí se presentan se pretende, principalmente:

- Mejorar la actitud de los alumnos ante la asignatura de Física y Química.

Además, a través de la realización de experimentos sencillos, se pretende como objetivos específicos:

- Ampliar los conocimientos de los alumnos en relación a reacciones químicas y algunos de sus tipos.
- Mejorar las habilidades científicas de los alumnos mediante la realización de pequeñas investigaciones que permitan resolver un problema dado.
- Potenciar las habilidades experimentales de los alumnos promoviendo el uso correcto del material disponible en el laboratorio.
- Favorecer hábitos de seguridad e higiene en el laboratorio

Estos contenidos se engloban en lo establecido en el bloque cuatro de la asignatura de Física y Química de 4º de Educación Secundaria en el Decreto 23/2007, de 10 de mayo, por el que se regula la ordenación y se establece el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria en la Comunidad de Madrid, Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo.

II. METODOLOGÍA

Para el desarrollo de las actividades, los alumnos se agruparán en tres grupos de tres alumnos cada uno y un grupo de dos alumnos. Los integrantes de cada grupo serán decididos por los propios alumnos. Las actividades se asignarán al azar a cada uno de los grupos.

Las actividades se van a llevar a cabo de manera cualitativa y no cuantitativa debido a la limitación del material disponible. A modo de ejemplo destaca la gran cantidad de pipetas disponibles y la ausencia absoluta de aspirapipetas, por lo que el uso de este utensilio queda descartado. También se va a limitar el uso de reactivos debido a las condiciones poco seguras que presenta el laboratorio de química del centro. No se dispone de extintor dentro del laboratorio, ni de lavajos o ducha. Además los reactivos están caducados y las cañerías de los fregaderos no están soterradas.

Se va a utilizar una metodología de aprendizaje por descubrimiento de manera que el propio alumno sea capaz, aunque de manera dirigida, de recopilar la información necesaria para diseñar su propia práctica de laboratorio. Esta información será expuesta a todos los

compañeros del grupo, los cuales, a su vez, podrán realizar las cuestiones que crean convenientes a quienes expongan.

Una vez realizada y expuesta la información de reacciones químicas y sus tipos en general, se llevará a cabo una nueva búsqueda de información orientada al proyecto asignado a cada grupo de laboratorio de manera que les permita realizar un diseño de su propio experimento que más tarde tendrán que exponer a todos sus compañeros incluyendo a aquellos que no forman parte de las actividades de laboratorio. La exposición de las actividades finales se llevará a cabo en forma de simposio científico para el cual los alumnos deberán elaborar carteles y/o invitaciones.

La Ley Orgánica de Educación, LOE, ordena en su artículo 26 del capítulo III (Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, 2006), referido a los principios pedagógicos en la Educación Secundaria Obligatoria, fomentar la adquisición y desarrollo de las competencias básicas a través de todas las asignaturas que forman el currículo. A través de las actividades aquí propuestas se van a desarrollar seis de las ocho competencias básicas establecidas en la ley tal y como se recoge en la Tabla 1.

Tabla 1. Competencias básicas y su desarrollo a través de las actividades experimentales a realizar por alumnos de 4º ESO.

COMPETENCIA	DESARROLLO
Comunicación lingüística	Mediante presentaciones de información y experimentos.
Conocimiento e interacción con el mundo físico	Mediante la búsqueda de ejemplos cotidianos de reacciones químicas
Tratamiento de la información y competencia digital	Mediante búsquedas dirigidas de información sobre reacciones químicas.
Cultural y artística	Mediante el diseño de carteles e invitaciones al simposio científico.
Aprender a aprender	Mediante el diseño de experimentos químicos sencillos y búsqueda de información necesaria para ello.
Autonomía e iniciativa personal	A través del trabajo individual y en grupo para obtener los objetivos que se les exige.

III. PROGRAMACIÓN

Las actividades se van a realizar los martes y jueves, con una duración de cincuenta y cinco minutos cada sesión, en las horas establecidas por el colegio para la asignatura de Física y Química desde el día 24 de marzo hasta el 30 de abril de 2015, excluyendo los días no lectivos debidos a vacaciones de Semana Santa (semana del 30 de marzo al 5 de abril). En la Tabla 2 se recoge la programación para cada uno de los días.

Tabla 2. Programación de la actividad docente con alumnos de 4º ESO.

SEMANA	DÍAS	MARTES	JUEVES
1	23/03 29/03	Formación de grupos. Presentación de actividades. Comienzo de búsqueda de información dirigida.	Búsqueda dirigida de información.
Semana Santa	30/03 05/04		
2	06/04 12/04	Exposición de información general sobre reacciones químicas.	Búsqueda dirigida de información.
3	13/04 19/04	Búsqueda de información dirigida.	Exposición de información referida a los experimentos y su diseño.
4	20/04 26/04	Experimentación.	Experimentación.
5	27/04 03/05	Presentación de experimentos.	Presentación de experimentos.

IV. ACTIVIDADES

Las actividades propuestas para desarrollar experimentalmente serán las que se recogen a continuación.

a) ¿Contienen todos los chicles y caramelos la misma cantidad de vitamina C?

El objetivo de esta actividad consiste en determinar la cantidad de vitamina C presente en caramelos o chicles de diferentes modelos o marcas comerciales. La práctica se va a llevar a cabo de manera cualitativa.

- Objetivos
 - Conocer los fundamentos de una reacción de oxidación – reducción.
- Materiales
 - Cuentagotas.
 - Vasos de precipitados.
 - Matraces aforados.
- Reactivos
 - Permanganato potásico (KMnO_4).
 - Agua destilada.
 - Caramelos o chicles con contenido en ácido ascórbico (vitamina C).

b) Química de polímeros. Fabricando juguetes.

En esta actividad se va a desarrollar un polímero de vinilo que servirá para crear pequeñas pelotas saltarinas.

- Objetivo
 - Conocer los fundamentos y propiedades de un polímero.
 - Conocer los fundamentos de una reacción de polimerización.
- Materiales
 - Vaso de precipitados.
 - Espátula.
 - Varilla de vidrio.
- Reactivos
 - Cola blanca.

- Tetraborato de sodio (bórax).
- Agua.
- Colorante alimenticio (opcional).

c) Un globo que se infla sin soplar y un volcán sin fuego.

El fundamento de la práctica se basa en el desprendimiento de CO₂ que se produce al hacer reaccionar ácido acético y bicarbonato sódico.

- Objetivo
 - Conocer los fundamentos de una reacción de desplazamiento.
- Materiales
 - Botellas de plástico.
 - Globos.
 - Arena y ramas.
 - Plastilina.
 - Una bandeja de plástico.
- Reactivos
 - Ácido acético (vinagre).
 - Bicarbonato sódico.
 - Colorante rojo o naranja.

d) Ácidos y bases en casa. Cómo detectarlos

En esta práctica se va a utilizar el extracto de una col lombarda y curry como indicadores caseros de pH. Se van a utilizar ácidos y bases caseros de forma que al añadir unas gotas del extracto de lombarda adquieran diversos colores.

- Objetivo
 - Conocer el concepto de acidez y basicidad.
 - Conocer el mecanismo de un indicador de pH.
- Materiales
 - Vasos de precipitados.
 - Cuentagotas.
- Reactivos
 - Extracto de col lombarda.
 - Curry.
 - Etanol (C₂H₆O).
 - Filtro de café.
 - Diferentes ácidos y bases caseros tales como:
 - ✓ Vinagre.
 - ✓ Aspirina.
 - ✓ Zumos cítricos.
 - ✓ Limpiadores amoniacales.
 - ✓ Leche de magnesia (Almax®).
 - ✓ Agua salada.

V. EVALUACIÓN

Los criterios de evaluación de las actividades propuestas serán los siguientes:

- i. Conocer el concepto de reacción química.
- ii. Nombrar algunos tipos de reacciones químicas, siendo capaz de describir brevemente su fundamento así como algún ejemplo de la vida cotidiana.
- iii. Saber buscar información de fuentes fiables y contrastadas así como presentarla de forma clara y coherente.
- iv. Cumplir adecuadamente las normas de seguridad de un laboratorio químico.
- v. Realizar experimentos sencillos a partir de la información previamente buscada.

Con el fin de llevar a cabo una evaluación objetiva y justa se han utilizado las rúbricas que se muestran en el Anexo II.

6. DESARROLLO DE LAS ACTIVIDADES EXPERIMENTALES

La programación de las actividades experimentales a desarrollar en 4º de Educación Secundaria refleja diez sesiones para llevarlas a cabo. Finalmente se han desarrollado en nueve debido a que tan solo unos días antes los propios alumnos me informaron de que la sesión programada para el día 28 de abril no se podría llevar a cabo debido que se encontrarían en una salida a Ávila. El desarrollo de estas nueve sesiones, se ha llevado a cabo a lo largo de cinco semanas repartidas en dos sesiones semanales.

6.1 PRIMERA SEMANA

Las sesiones de la primera semana correspondieron a los días 24 y 26 de marzo de 2015. A lo largo de esta primera semana se llevó a cabo la presentación de la actividad y la primera fase de búsqueda guiada.

I. Sesión 1

Durante la primera sesión se describió a los alumnos cómo se iba a trabajar durante las diez sesiones programadas.

Se les animó a trabajar como un grupo de investigación dentro del cual se formarían subgrupos, cada uno de los cuales sería responsable de una línea de investigación. Periódicamente, y tal y como se establece en la programación descrita en el apartado 5, se pondría en común la información obtenida por cada uno de ellos para posteriormente comenzar el trabajo experimental según lo investigado.

Las últimas dos sesiones se dedicarían a mostrar los experimentos diseñados por cada grupo a todos los alumnos que componen el grupo de 4º de Educación Secundaria de la especialidad de Ciencias, es decir, incluyendo a aquellos alumnos a los que no se les permitió participar en estas actividades. Se les animó a realizar esta demostración de sus experimentos a modo de simposio científico y a diseñar invitaciones para repartir entre sus compañeros. Fue necesario explicar en qué consiste un simposio científico por ser éste un término totalmente desconocido por ellos. Se escribió la Tabla 2 en la pizarra para que fueran conscientes de la organización y del tiempo disponible.

Una vez explicada la manera en que iban a trabajar a lo largo de estas sesiones, se llevó a cabo la formación de grupos de trabajo y la adjudicación de las actividades. La decisión respecto a los componentes de cada grupo fue exclusivamente suya, aunque sí se les indicó que debían formar tres grupos de tres miembros cada uno y un grupo de dos. Se agruparon de manera homogénea, por sexos.

Una vez formados los grupos se realizó la adjudicación de cada actividad, o línea de investigación, a cada uno de ellos quedando tal y como se recoge en la Tabla 3.

Tabla 3. Distribución de las líneas de investigación.

GRUPO	INVESTIGACIÓN	INTEGRANTES
1	¿Contienen todos los chicles y caramelos la misma cantidad de vitamina C?	2 Alumnas
2	Química de polímeros. Fabricando juguetes.	3 Alumnos
3	Un globo que se infla sin soplar y un volcán sin fuego.	3 Alumnas
4	Ácidos y bases en casa. Cómo detectarlos.	3 Alumnos

La reacción entre las alumnas del grupo 1 fue de decepción. No les gustó el tema pues estaban convencidas de que detrás de su tema no había lugar para la química y mucho me-

nos para el trabajo experimental. El resto de grupos reaccionaron con entusiasmo e ilusión por comenzar a trabajar.

Tras tener clara la organización del trabajo, se les comunicó en qué consistiría la búsqueda de información. Se les indicó que en la primera fase debía investigar qué es una reacción química y de qué tipos pueden ser así como ejemplos cotidianos para cada uno de los tipos. En la segunda fase debían averiguar qué tipo de reacción química se escondía detrás de su línea de investigación y cómo iban a realizar sus experimentos. Se les prohibió el uso de Wikipedia como fuente de información con el fin de que aprendieran a utilizar Internet de manera más variada.

A partir de este momento, los alumnos comenzaron su búsqueda de información. Sin embargo no pudieron apenas avanzar debido al mal funcionamiento de los ordenadores de los que se disponía en el laboratorio.

Durante la sesión fue destacable la diferencia en el comportamiento de las alumnas y de los alumnos siendo el de las primeras mucho más tranquilo y receptivo, aunque el comportamiento de los segundos mejoró considerablemente al ser informados de que sería yo, y no su profesor, quien calificase las actividades a realizar.

II. Sesión 2

La segunda sesión se desarrolló en el aula de informática. Los alumnos continuaron la búsqueda de información sobre reacciones químicas. Tras comprobar que en la mayoría de los casos utilizaban como fuente de información cualquier sitio de Internet, se les mostró la existencia de Google Académico (o Google Scholar) pues, sorprendentemente ninguno de los alumnos conocía esta herramienta del buscador Google.

Periódicamente se comprobó el avance de cada uno de los grupos. Fue destacable que ninguno de ellos considerara las reacciones de reducción – oxidación (*redox*) como tipo de reacción. Debido a ello se les indicó que en su búsqueda de tipos de reacciones debía incluir “*algo llamado redox*”. Las caras de incertidumbre fueron mayoritarias pues la palabra *redox* aparecía ante ellos por primera vez.

De esta sesión se puede concluir que los alumnos adolescentes, a pesar de ser nativos digitales, necesitan pequeñas orientaciones sobre cómo manejar las tecnologías cuando se trata de asuntos académicos. Se debe fomentar en ellos el espíritu crítico ante la información que tengan a su alcance, así como enseñarles a utilizar fuentes de búsqueda fiables.

6.2 SEGUNDA SEMANA

Las sesiones de la primera semana correspondieron a los días 7 y 9 de abril de 2015. En las sesiones correspondientes a esta semana, los alumnos compartieron con sus compañeros la información encontrada sobre reacciones químicas y sus tipos, y comenzaron la segunda fase de búsqueda dirigida de información.

I. Sesión 3

En la tercera sesión se llevaron a cabo las exposiciones referidas a reacciones químicas y sus tipos según lo recogido en la programación. Para estas exposiciones, tan sólo el grupo 2 se ha apoyado en la realización de una presentación en PowerPoint.

Ha sido muy positiva la inclusión de ejemplos cotidianos que realizaron los grupos 1 y 4. De estos ejemplos se desencadenaron cuestiones como:

- ¿Un limón conectado a una bombilla puede generar luz debido a reacciones de tipo *redox*?

- Los cambios de estado, ¿son transformaciones físicas o químicas?

Además, todos los grupos han comentado que durante una reacción química se absorbe o se desprende energía. Al terminar las exposiciones pregunté a todos los alumnos qué tipo de energía es la que se desprende o absorbe, siendo su respuesta energía eléctrica o energías renovables. Al hablarles del calor como energía en tránsito el desconcierto fue general, pues no contemplaban el calor como fuente de energía. Ante esta sorpresa y con la intención de relacionarlo con su pregunta sobre el tipo de transformación que implica un cambio de estado, planteé la siguiente pregunta, para que en la próxima sesión dieran una respuesta: “cuando llueve, ¿aumenta o disminuye la temperatura?”

Es interesante comprobar cómo utilizando ejemplos cotidianos, acercando la ciencia a su día a día, se puede despertar la curiosidad de los alumnos aumentando así, quizás, la motivación por las asignaturas del ámbito científico.

II. Sesión 4

La cuarta sesión comenzó respondiendo a la pregunta planteada en la última sesión. Tan sólo las alumnas del grupo 1 habían investigado la respuesta, lo que es un claro indicador de la desmotivación generalizada por aspectos que tengan relación con la asignatura.

En esta sesión los alumnos debían investigar qué tipo de reacción se escondía tras su trabajo experimental y cómo diseñarlo.

El grupo encargado de llevar a cabo la actividad referente al análisis de vitamina C mostró un gran interés por la actividad. Estas alumnas encontraron sin ayuda una referencia bibliográfica referente a esta actividad, *Aprendiendo química con golosinas* (Rodríguez Rodríguez & Navarro de Tuero Bonán, 2011) descubriendo así que su experimento se basaría en una reacción *redox*.

Pidieron ayuda para entender el mecanismo que estaba ocurriendo, pues los únicos conocimientos de este tipo de reacción que tenían eran los averiguados en las sesiones anteriores.

Me ha parecido necesario darles una pequeña explicación referente al intercambio de electrones que se produce en este tipo de reacciones y su relación con los estados de oxidación de los elementos, aspecto ya estudiado en el curso. A estas mismas alumnas les ha llamado la atención leer en la referencia la necesidad de utilizar agua destilada durante la práctica, pues desconocían qué aspectos la diferencian con respecto al agua del grifo. Las animé a investigar esta diferencia y una vez descubierto que se diferencian en la cantidad de iones disueltos les propuse reflexionar sobre por qué no es adecuado beber este tipo de agua. Al principio no supieron cómo contestar así que para potenciar su capacidad de razonamiento les recordé, a modo de pista, que en nuestro organismo tenemos las denominadas sales minerales. A partir de este momento la reflexión les resultó sencilla, llegando a la conclusión de que beber este tipo de agua podría provocar un desequilibrio en el organismo.

Es importante tener en cuenta que determinados aspectos de la química no basta con ser leídos. Es necesaria una figura docente que ayude a asimilar conceptos desconocidos por los alumnos de forma que la información investigada no quede como aspectos a memorizar. Es necesario que los alumnos aprendan a razonar y a relacionar lo ya aprendido con lo descubierto y ese papel, sin duda, es competencia del docente.

6.3 TERCERA SEMANA

A lo largo de la tercera semana, los alumnos compartieron con sus compañeros sus investigaciones sobre cada una de las actividades experimentales. Además comenzaron a llevar a cabo el trabajo experimental.

I. Sesión 5

La quinta sesión estaba reservada para que los alumnos continuaran su tarea investigadora acerca de sus trabajos correspondientes. Sin embargo, se decidió adelantar la exposición de sus investigaciones por encontrarse tres de los cuatro grupos en disposición de compartir su información. El grupo 2, encargado de la fabricación de polímeros, pidió exponer en la sesión siguiente ya que disponía de la información suficiente sobre cómo fabricar un polímero pero no de cómo fabricar pelotas salarinas. Tampoco el grupo 3 presentó su trabajo en esta sesión por la ausencia por enfermedad de una de las alumnas integrantes del grupo.

Comenzó exponiendo el grupo 1 seguido del grupo 4. Ambos grupos ofrecieron una exposición muy completa en la que todos los integrantes participaron.

Las alumnas del grupo 1 decidieron diseñar su práctica según la información recogida en la referencia bibliográfica encontrada en la sesión anterior, (Rodríguez Rodríguez & Navarro de Tuero Bonán, 2011). Comenzaron recordando a sus compañeros los principios básicos de una reacción redox para después relacionarlo con su diseño.

Las alumnas realizarían una reacción de tipo redox de tal manera que el permanganato de potasio, KMnO_4 , reaccionaría con la vitamina C presente en diferentes tipos de caramelos. El manganeso se reduciría de Mn (VII) a Mn (II) y la vitamina C se oxidaría. De esta manera, la disolución formada por KMnO_4 y caramelos cambiaría progresivamente su color de púrpura a transparente. Cuanto más rápido ocurriera este viraje mayor cantidad de vitamina C presentarían los caramelos. Las alumnas comentaron también los riesgos asociados a los reactivos necesarios según lo establecido en las Fichas Internacionales de Seguridad Química. Al finalizar no hubo ninguna pregunta por parte de sus compañeros por lo que decidí preguntarles el significado de que un compuesto se redujera y otro se oxidase. Las alumnas fueron capaces de explicar de manera clara la relación de esta pregunta con los estados de oxidación de los metales.

Los alumnos del grupo 4, a diferencia de las alumnas del grupo 1, leyeron parte de la información a exponer. Estos alumnos comenzaron también con una pequeña introducción recordando a sus compañeros los fundamentos del tipo de reacción química de su trabajo. La información aportada fue bastante completa. Explicaron a sus compañeros qué es un indicador químico, poniendo ejemplos tales como el naranja de metilo o la fenolftaleína. Posteriormente indicaron que utilizarían lombarda a modo de indicador químico debido a las antocianinas presentes en este tipo de col y su capacidad de cambiar de color en función del pH del medio.

Los alumnos indicaron que para llevar a cabo su trabajo utilizaría sustancias ácidas y básicas cotidianas tales como vinagre, amoníaco, agua del grifo y agua destilada del laboratorio. Analizarían su carácter ácido o básico utilizando el caldo de cocción de lombarda. En esta ocasión tampoco sus compañeros se animaron a hacer preguntas. Por mi parte, debido a que la información presentada fue muy completa me pareció oportuno preguntar únicamente por su fuente de información, que resultó ser la recogida en *Experiencias sorprendentes de química con indicadores de pH caseros* (Heredia Avalos, 2005).

Debido a que el tiempo empleado por cada uno de los grupos para exponer fue tan sólo de diez minutos cada uno, me pareció interesante emplear el tiempo sobrante para enseñarles el funcionamiento de un indicador químico. Para ello pedí dos voluntarios para preparar una disolución de NaOH y otra de HCl. Todos se ofrecieron voluntarios llenos de ilusión por poder llevar a cabo algún tipo de trabajo experimental. Para la explicación utilicé azul de bromotimol y naranja de metilo. La reacción entre los alumnos fue de sorpresa y de emoción al presenciar cambios de color. Fue interesante comprobar cómo ellos mismos plantearon la cuestión de qué se debería hacer para volver a cambiar el color. Tras reflexionar unos ins-

tantes, uno de los alumnos propuso, con aceptación de sus compañeros, cambiar el pH del medio.

II. Sesión 6

En la sexta sesión se llevaron a cabo las exposiciones de los grupos 2 y 3. Ambos grupos realizaron la presentación leyendo prácticamente la totalidad de su contenido. Además, ninguno de los dos aportó referencias bibliográficas alegando que encontraron la información "en Internet".

El grupo 2, encargado de la fabricación de polímeros, hizo referencia a qué es un polímero, reacciones de polimerización, algunos ejemplos tales como el teflón o el nylon y sus aplicaciones en la vida cotidiana.

Explicaron que realizarían el suyo utilizando cola blanca y tetraborato sódico (bórax) para fabricar pequeñas pelotas saltarinas. Los alumnos indicaron los riesgos de utilizar bórax según lo establecido por las Fichas Internacionales de Seguridad Química. Una vez terminada la presentación, ningún alumno se animó a hacer preguntas. Por mi parte realicé dos preguntas a los integrantes de este grupo: Por qué utilizar cola blanca y bórax y qué polímero se obtiene. No supieron contestar a ninguna de las dos preguntas, lo que lleva a pensar poca rigurosidad en la búsqueda de información. Pedí a estos alumnos que buscaran una respuesta para ambas cuestiones para la próxima sesión.

El grupo 3, encargado de realizar un volcán sin fuego así como inflar un globo si soplar, explicó que para su trabajo utilizarían vinagre y bicarbonato sódico como reactivos. Al igual que el grupo anterior, informaron sobre los riesgos de utilizar los reactivos mencionados según lo establecido por las Fichas Internacionales de Seguridad Química. Al igual que ocurrió con las exposiciones anteriores, ningún compañero hizo preguntas al finalizar la presentación de este grupo. En esta ocasión mi pregunta fue qué tipo de reacción llevarían a cabo con su trabajo. Tampoco este grupo supo responder, por lo que también les pedí que buscaran la respuesta para la próxima sesión.

El resto de la sesión se dedicó al comienzo del trabajo experimental. Todos los alumnos trajeron bata y utilizaron guantes, tal y como le indiqué en la sesión anterior. Antes de comenzar a trabajar les indiqué que debían fregar el material que fueran a utilizar y así lo hicieron. El laboratorio no disponía de jabón para fregar, puesto que no es costumbre hacerlo en este centro, ni guantes, por lo que decidí llevar un bote de lavavajillas así como varias cajas de guantes para que los alumnos adquirieran hábitos de limpieza y seguridad.

Los experimentos de los grupos 1 y 2 no transcurrieron según lo esperado. Las alumnas del primer grupo llegaron a la conclusión de que el fallo se encontraba en un exceso de KmnO_4 . En el caso del segundo grupo, los alumnos alegaron un exceso de agua en la preparación del polímero.

Fue especialmente motivador comprobar las caras de sorpresa cuando las alumnas del grupo 3 consiguieron inflar un globo tras hacer reaccionar vinagre y bicarbonato, que lleva a reflexionar sobre lo fácil que es motivar a los alumnos en la asignatura con actividades muy sencillas.

Los alumnos trabajaron ilusionados y respetando las normas de seguridad del laboratorio. Al término de la sesión todos los alumnos fregaron y recogieron el material utilizado sin necesidad de pedírselo. Fueron conscientes de que, si al comenzar a trabajar fue necesario limpiar el material, al terminar también lo sería.

6.4 CUARTA SEMANA

En la cuarta semana estaba programada la continuación del trabajo experimental. Sin embargo únicamente se dedicó a ello la primera sesión, pues hubo que adelantar la exposición de experimentos a la segunda sesión debido a que los alumnos se encontrarían de excursión en la primera sesión de la quinta semana.

I. Sesión 7

Durante la séptima sesión, los alumnos de los grupos encargados de las actividades con polímeros y vitamina C repitieron sus experimentos con las correcciones que se plantearon en la sesión anterior. Fue muy gratificante comprobar sus caras de sorpresa cuando sus experimentos, esta vez sí transcurrieron según lo esperado. Creo que pensaban que si en la sesión anterior las cosas salieron mal, esta vez también ocurriría así.

Las alumnas del grupo 3 repitieron el procedimiento seguido para inflar un globo en la sesión anterior, pero esta vez en el interior de una botella con el fin de simular un volcán. En esta sesión han comentado que ya habían averiguado el tipo de reacción que se produce en su trabajo. Explicaron que se trata de una reacción de desplazamiento mediante la cual el bicarbonato sódico y el ácido acético (vinagre) reaccionan dando lugar a la formación de acetato sódico, dióxido de carbono y agua.

Los alumnos del grupo 4 han decidido utilizar, además de caldo de la cocción de lombarda, curry con el fin de mostrar un indicador químico casero más, así como azul de bromotimol y naranja de metilo para hacer una comparación entre indicadores caseros y comerciales.

En esta ocasión los alumnos repitieron los hábitos de higiene y seguridad de la sesión anterior sin necesidad de recordárselo.

Los alumnos me informaron en esta sesión que durante la próxima sesión estarían de excursión por lo que he tenido que modificar la programación para los próximos días, de manera que en la próxima sesión debía comenzar la exposición de sus experimentos y se adelantaría la fecha de entrega del informe final. La medida fue acogida de manera comprensiva y fueron los propios alumnos quienes decidieron el orden en el que expondrán en los siguientes días.

II. Sesión 8

En la octava sesión se llevó a cabo la primera exposición de experimentos a toda la clase de 4º de ESO del grupo de Ciencias. Los alumnos del grupo de laboratorio repartieron invitaciones a sus compañeros, al profesor, a otra alumna en prácticas interesada por ver los trabajos y a mí antes de subir al laboratorio. Estas invitaciones se muestran en la Ilustración 16. También la directora del centro quiso asistir ya que ella también es química. Es llamativo que el laboratorio tenga carencias importantes como ausencia de extintor, reactivos caducados o tuberías al aire teniendo la directora estos estudios.

Comenzó la exposición el grupo encargado de los polímeros. La demostración del experimento transcurrió de manera limpia y ordenada. Los alumnos, aunque algo nerviosos, defendieron su experimento haciendo alusión a la información recabada en los días previos respecto a qué es un polímero y qué polímero pretendían crear e incluso añadieron más características de su polímero en cuestión. El resto de alumnos permaneció atento y haciendo anotaciones para, al final de la exposición del grupo, hacer preguntas o comentarios tales como:

- *¿Únicamente habéis utilizado cola y bórax? ¿No habéis mezclado nada más sin que nos demos cuenta?*

- ¡Parece plastilina!
- ¿Conseguiréis que boten cuando se sequen?

A continuación, las alumnas encargadas del análisis de vitamina C llevaron a cabo su práctica. Al igual que el grupo anterior, compartieron con sus compañeros información referente a su práctica. Explicaron qué es una reacción *redox*, entendiéndola como “una reacción de intercambio de electrones en la que la especie que recibe electrones se reduce y la que los da se oxida” y esta información la relacionaron con su práctica. Me llama la atención el especial hincapié que hicieron en explicar qué es el agua desionizada o destilada y por qué la iban a utilizar en su experimento. Este tipo de agua ha sido todo un descubrimiento para ellas pues desde el momento en que conocieron su existencia se mostraron muy interesadas en ella. Todos los alumnos permanecieron atentos a las explicaciones y experimentación de las alumnas. Una vez más tomaron apuntes, aunque no hubo comentarios ni preguntas posteriores.

En los dos casos, los alumnos de cada grupo hicieron una pequeña lectura de las Fichas Internacionales de Seguridad Química (FISQ) sobre los reactivos a utilizar y pasaron las hojas para que sus compañeros pudieran leerlas con más detalle. Parece que el tema de seguridad es un tema interesante para ellos.

Al terminar las presentaciones la directora del centro me dio la enhorabuena por la iniciativa, resaltando lo importante que son estas actividades para que los alumnos aprendan que en Ciencia las cosas no siempre ocurren como se desea y son una buena herramienta para desarrollar la paciencia y la constancia. Espero que este reconocimiento sirva para potenciar la experimentación en el centro.



Ilustración 16 Invitaciones realizadas por los alumnos del grupo de Ciencias de 4º de ESO del Real Colegio Nuestra Señora de Loreto.

6.5 QUINTA SEMANA

La primera sesión programada para esta quinta semana fue suspendida por encontrarse los alumnos de excursión en Ávila por lo que únicamente se llevó a cabo una sesión datada el 30 de abril de 2015.

Esta novena sesión correspondió al segundo y último día de exposiciones de los experimentos de química. Los grupos que expusieron fueron los encargados de las prácticas de indicadores ácido-base y de la realización del volcán y de inflar globos. Todos los alumnos fueron metódicos en la explicación de lo que químicamente ocurría, lo que me hace pensar que efectivamente comprendieron bien la práctica.

Noté a los alumnos más dispersos. A diferencia de la exposición anterior no tomaron apuntes ni hicieron preguntas a sus compañeros. Aún así, los dos grupos se mostraron ilusionados con exponer sus trabajos.

6.6 INFORMES FINALES

Los informes finales realizados por los alumnos tuvieron la siguiente estructura:

- Introducción y fundamento teórico: todos los alumnos reflejaron la información obtenida en la primera fase de búsqueda. Indicaron qué es una reacción química y sus tipos indicando ejemplos cotidianos de cada uno de ellos.
- Diseño y desarrollo de la práctica experimental: en este apartado los alumnos indicaron cómo llevaron a cabo sus experimentos incluyendo el tipo de reacción correspondiente, reactivos utilizados y resultados obtenidos.

Tan sólo uno de los alumnos relacionó de manera incorrecta su práctica. Este alumno, miembro del grupo 4, encargado de llevar a cabo la práctica sobre indicadores ácido-base, indicó que su proyecto se basaba en una reacción redox. Entiendo que este error se debió a un despiste pues el resto del informe fue coherente con su práctica. Antes de devolverle el informe corregido le pregunté en qué tipo de reacción se basó su práctica siendo su respuesta, en esta ocasión, correcta.

- Conclusiones: Este último apartado fue más variado en cuanto a las respuestas que los puntos anteriores. Los alumnos de los grupos 1 y 2 utilizaron este espacio para indicar los aspectos erróneos cometido el primer día de experimentación. En el caso de los grupos restantes, los alumnos indicaron, o bien un resumen de la práctica o bien su opinión al respecto.

7. CUESTIONARIOS FINALES

Con el fin de comprobar si las actividades experimentales llevadas a cabo fueron una buena herramienta en la mejora de la motivación de los alumnos por la asignatura se llevaron a cabo dos tipos de cuestionarios: uno para los alumnos que había realizado las actividades y otro para los alumnos que no las pudieron realizar. Las preguntas de los cuestionarios se muestran en el Anexo I, y los resultados obtenidos se detallan a continuación.

7.1 CUESTIONARIO PARA ALUMNOS QUE REALIZARON LAS ACTIVIDADES EXPERIMENTALES

El cuestionario realizado a los alumnos que realizaron las prácticas consta de cuatro preguntas abiertas que se resumen en los siguientes datos.

- Pregunta 1

La primera pregunta consistió en conocer si las prácticas ayudaron a los alumnos a cambiar su visión de la asignatura. El 100% de los alumnos asegura que las prácticas les han ayudado a tener otra idea de la asignatura. Las razones que alegan se pueden agrupar en tres, ya que se repiten en todas las respuestas:

- *Con los experimentos se hace más amena y divertida.*
- *He aprendido más cosas sobre reacciones químicas.*
- *Ahora parece más interesante.*
- *Es interesante poner en práctica la teoría de las reacciones químicas y ver nosotros mismos los cambios que se producen.*

A la vista de estos resultados se demuestra la importancia de la realización de actividades prácticas, para que los alumnos alcancen a ver las repercusiones de lo aprendido en las clases de teoría.

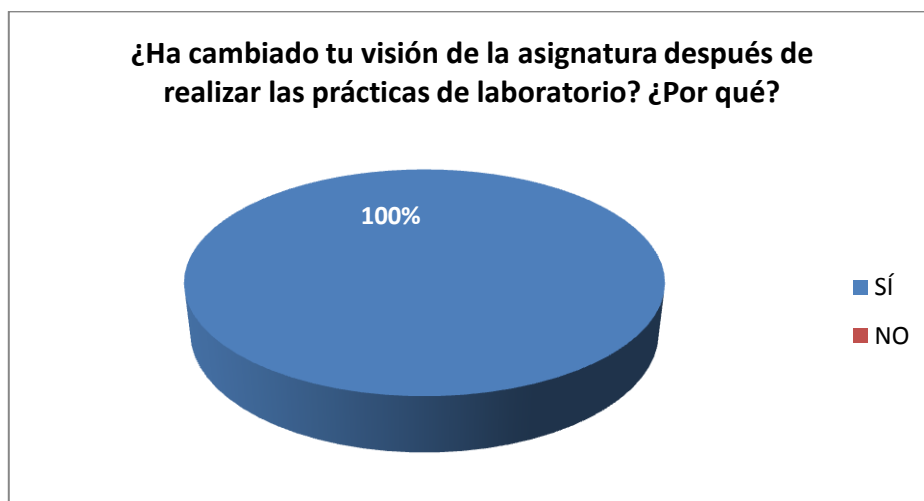


Ilustración 17 Respuestas a la pregunta 1 del Cuestionario final del grupo de laboratorio.

- Pregunta 2

La segunda pregunta se basó en la necesidad de realizar este tipo de prácticas durante la asignatura. En esta ocasión, también el 100% de los alumnos cree necesario realizar este

tipo de actividades. Las razones, una vez más, son también repetitivas, pudiéndose agrupar en:

- Para cambiar la visión de la gente.
- Hacen que los alumnos se interesen más por la asignatura.
- Ayudan a comprender la asignatura.
- Conocemos elementos químicos y reacciones a través de la diversión.
- Para aprender a utilizar los utensilios de laboratorio.
- Aprendes más cosas de una manera práctica y los riesgos que hay en un laboratorio.
- Hacen más interesante la asignatura.

Los alumnos alegan razones de comprensión y de interés por la asignatura, por lo que se pueden apreciar aspectos muy positivos de estas actividades para la motivación del alumnado.

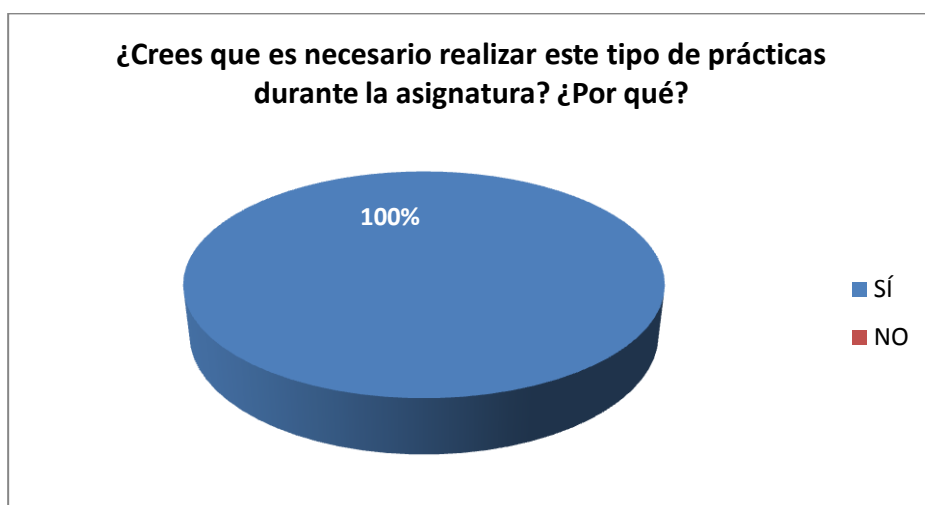


Ilustración 18 Respuestas a la pregunta 2 del Cuestionario final del grupo de laboratorio.

- Pregunta 3

La tercera pregunta hace referencia a lo que más ha gustado a los alumnos durante estas nueve sesiones. Las respuestas proporcionadas por los alumnos han sido las siguientes:

- a. Experimentar.
- b. Libertad del diseño de la práctica.
- c. Comprobar que somos capaces de llevar a cabo las prácticas correctamente.
- d. La ayuda mutua entre compañeros.
- e. Aprender de una manera diferente.
- f. La búsqueda de información.
- g. Ver los resultados de otras prácticas.

Es destacable el hecho de que los alumnos no valoren únicamente aspectos experimentales sino también aspectos humanos como la ayuda mutua o el aprendizaje por métodos

diferentes a los que están acostumbrados. Se comprueba cómo desde el trabajo en el laboratorio se pueden desarrollar competencias básicas variadas.

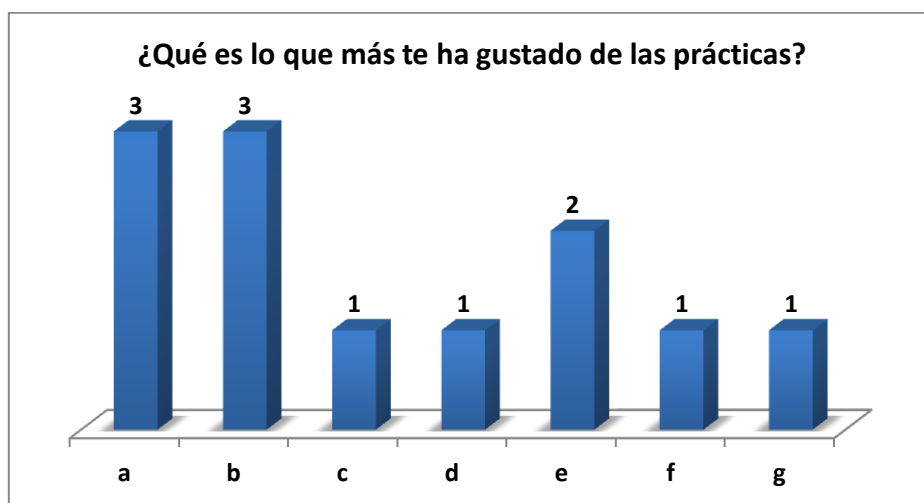


Ilustración 19 Respuestas a la pregunta 3 del Cuestionario final del grupo de laboratorio.

- Pregunta 4

La cuarta y última pregunta hace referencia a los aspectos que menos han gustado a los alumnos durante las actividades de estas nueve sesiones. El 37% de los alumnos destaca que lo que menos le ha gustado ha sido la búsqueda de información, seguido por un 27% que afirma que ha sido realizar las exposiciones, otro 27% que opina que les hubiese gustado hacer más experimentos y un 9% que destaca la labor de limpiar el material.

Es lógico que lo que menos les haya gustado sea la parte de búsqueda de información ya que puede ser más aburrida que experimentar o menos novedosa para ellos. Es muy positivo que destaquen la realización de pocos experimentos como hecho que menos les guste pues pone de manifiesto su motivación por dedicar más tiempo a este tipo de actividades.



Ilustración 20 Respuestas a la pregunta 4 del Cuestionario final del grupo de laboratorio.

7.2 CUESTIONARIO PARA ALUMNOS QUE NO REALIZARON LAS ACTIVIDADES EXPERIMENTALES

Se ha realizado un cuestionario para los alumnos que no pudieron participar en las actividades experimentales con el fin de averiguar si, a la vista de los resultados de sus compañeros, pudiera haberles sido de utilidad participar. De los dieciocho alumnos que no han participado en estas actividades, dos de ellos no han querido realizar el cuestionario por lo que los datos recogidos corresponden a los dieciséis restantes.

- Pregunta 1

Con la primera pregunta se pretendía conocer si a los alumnos que habían asistido a las exposiciones de los trabajos experimentales les habían parecido interesantes. El 100% de los alumnos afirma que efectivamente así les ha parecido, lo que demuestra que realizar trabajos experimentales puede constituir una vía de motivación en la asignatura.

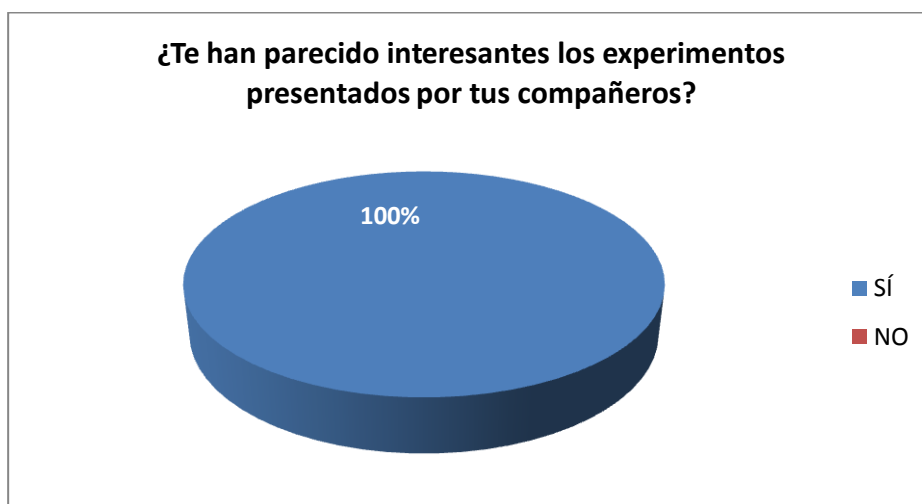


Ilustración 21 Respuestas a la pregunta 1 del Cuestionario final del grupo que no ha participado en las actividades.

- Pregunta 2

La segunda pregunta consistía en conocer si, a la vista de los trabajos presentados por sus compañeros, les hubiera gustado participar en ellos. El 88% de los alumnos afirma que sí les hubiera gustado participar frente al 6% que opina que no y otro 6% que indica que sólo algunas de las prácticas. Estos datos demuestran una gran disposición de los alumnos por realizar trabajos experimentales, tal y como se comprobó también con el cuestionario inicial.



Ilustración 22 Respuestas a la pregunta 2 del Cuestionario final del grupo que no ha participado en las actividades.

• Pregunta 3

Por último, con la tercera pregunta, se quiso conocer si los alumnos creían que realizar estas actividades podría haber cambiado su visión de la asignatura tal y como ha ocurrido con el grupo que sí las había realizado. El 88% de los alumnos afirma que sí habría cambiado su visión frente al 12% que afirma que no. Los alumnos que afirman que no hubiera cambiado su visión de la asignatura no aportan razones para justificar su respuesta. En cambio, algunos de los alumnos que afirman que sí, ofrecen alguna justificación, pudiéndose resumir en:

- *Me hubiese ayudado a ver la asignatura de manera más útil.*
- *Muestran el uso de la química.*
- *Son divertidas.*
- *Te obligan a aprender fórmulas y teoría.*
- *Ayudan a aumentar el interés y la motivación.*

A la vista de estos resultados se observa una predisposición del alumnado por mejorar su actitud ante la asignatura si se les ofrece una visión más cercana y útil.

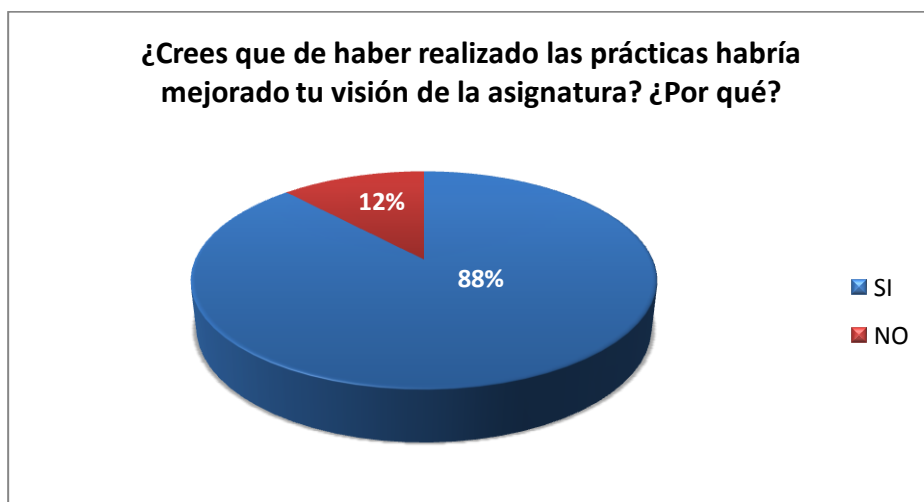


Ilustración 23 Respuestas a la pregunta 3 del Cuestionario final del grupo que no ha participado en las actividades.

8. CONCLUSIONES

A partir de los resultados obtenidos tras la realización de los cuestionarios finales, y teniendo en cuenta los iniciales, así como en vista de los informes finales que los alumnos han realizado tras las actividades propuestas y, por supuesto, de lo observado durante el trabajo experimental y de búsqueda de información desarrollado por los alumnos, se puede llevar a cabo un análisis sobre los aspectos positivos o negativos que ha proporcionado el desarrollo de este proyecto así como el grado de cumplimiento de los objetivos marcados en el grupo de alumnos del Real Colegio Nuestra Señora de Loreto. Asimismo se recogen las propuestas de mejora del presente trabajo en base a una futura repetición.

8.1 GRADO DE ALCANCE DE LOS OBJETIVOS PROPUESTOS

La realización del cuestionario inicial dio como resultado que al 50% del alumnado no le gustaba la asignatura junto con un 11% que se mostraba indeciso. Estos alumnos indicaban como motivos principales aburrimiento o la dificultad en comprenderla. Los resultados obtenidos tras la realización de los cuestionarios finales así como la realización de informes, en el caso de los once alumnos que han realizado las actividades, indican:

A. Alumnos que han realizado las actividades experimentales

- a) Actitud: el 100% de los alumnos que han realizado las actividades experimentales indica que su visión de la asignatura ha cambiado positivamente. A través de las actividades realizadas los alumnos han adquirido una visión más cercana de la química, desapareciendo incluso el carácter aburrido que manifestaban con la realización del cuestionario inicial.

Este resultado coincide con lo recogido en los antecedentes de la bibliografía, cuyos autores destacaban la capacidad de motivación del empleo de este tipo de metodología.

Los comentarios de los alumnos al preguntarles si creen necesarias este tipo de actividades así como si ha cambiado su visión de la asignatura tras realizarlas dan también una visión de mejora de la motivación. Los alumnos destacan el interés que la experimentación suscita entre los estudiantes de esta asignatura así como la capacidad de cambiar la visión que se puede tener de ella. Son destacables las respuestas que los alumnos ofrecen al preguntarles qué es lo que más les ha gustado de estas actividades. Los alumnos aplauden la idea de aprender de una manera diferente, la sensación de libertad al permitirles diseñar sus propias prácticas así como comprobar que son capaces de llevar a cabo las prácticas de manera correcta lo que se traduce en un aumento de su autoestima a la hora de enfrentarse a la asignatura. Pero no sólo se ha detectado un aumento en la motivación.

También es llamativo comprobar cómo los alumnos son capaces de valorar el trabajo experimental del resto de sus compañeros pues en el cuestionario final valoran positivamente haber podido ver las prácticas de sus compañeros. Los alumnos han tenido en cuenta valores como la paciencia y la constancia a la hora de llevar a cabo sus actividades mediante la repetición de experimentos fallidos.

- b) Conocimientos: la adquisición de conocimientos se ha demostrado también a lo largo de las exposiciones que los alumnos han llevado a cabo, así como a través de los informes finales realizados por ellos. Mediante estos dos tipos de indicadores se ha comprobado que los alumnos han sido capaces de relacionar de manera correcta su práctica experimental con la información sobre reacciones químicas que se les pidió obtener. Tan sólo un alumno hizo esta conexión de manera incorrecta en su informe aunque se trató de un mero despiste, pero fue capaz de llevar a cabo esta relación de manera correcta tanto en la exposición correspondiente como al notificarle su error. Además, los alumnos, a través de las presentaciones de la información expuesta a sus compañeros así como mediante la realización de

los informes finales, han demostrado haber adquirido los principios fundamentales respecto a:

- Qué es una reacción química.
 - Reacciones de reducción – oxidación.
 - Reacciones ácido base e indicadores de pH.
 - Reacciones de polimerización.
 - Reacciones de desplazamiento.
- c) Habilidades científicas: los alumnos a través del diseño de sus prácticas de laboratorio han mejorado su capacidad de indagación, refiriéndose ésta a la capacidad de llevar a cabo pequeñas investigaciones para resolver un problema dado. Además, los alumnos han desarrollado la capacidad de comunicación científica a través de las exposiciones realizadas, mediante la cual demuestran la interiorización de los contenidos aprendidos.
- d) Habilidades experimentales: en el cuestionario inicial se comprobó que los alumnos no eran capaces de identificar utensilios básicos de laboratorio tales como un matraz o un erlenmeyer. A lo largo de las sesiones, los once alumnos que han llevado a cabo las actividades propuestas han logrado la plena identificación de los utensilios utilizados disponibles en el laboratorio así como la correcta utilización de gran parte de ellos.
- e) Hábitos de seguridad e higiene: en el cuestionario inicial se comprobó que el 89% de los alumnos encuestados era consciente de la necesidad del uso de bata, guantes y gafas de seguridad en el laboratorio y a lo largo de las sesiones así lo han demostrado utilizando tanto bata como guantes en cada una de las prácticas.

No se han utilizado gafas de seguridad debido a no disponer de ellas los alumnos y no considerarse las prácticas como de riesgo.

Los alumnos han adquirido a lo largo de las sesiones el hábito de limpiar el material tanto al comenzar como al finalizar cada una prácticas, así como el hábito de lavarse las manos antes de abandonar el laboratorio. Estos hábitos no son una costumbre que se practique en el centro en el que se han llevado a cabo las actividades, por lo que conseguir que este grupo de alumnos los adquieran puede ser beneficioso para sus prácticas en cursos posteriores.

B. Alumnos que no han realizado las actividades experimentales

Los posibles beneficios que las actividades propuestas han supuesto para los alumnos que no han realizado las prácticas se van a evaluar únicamente a través del cuestionario final, en el que se han evaluado aspectos motivacionales.

El 100% de los alumnos indica que las actividades que sus compañeros les han presentado les han suscitado interés. Una vez más se demuestra así el poder persuasivo que la experimentación puede tener en los estudiantes de Ciencias. Además, el 88% de los alumnos ha indicado que le hubiera gustado participar en las actividades. Es llamativo que el 12% de los alumnos que han indicado que su visión de la asignatura no hubiera cambiado de haber realizado las prácticas sí afirma que le hubiese gustado participar en ellas. Es probable que este resultado se deba a un sentimiento negativo muy arraigado en los alumnos

hacia la asignatura de Física y Química. En cualquier caso, dada la disposición de los alumnos ante actividades experimentales éstas podrían ser de gran utilidad para tratar de mejorar la actitud de este grupo de alumnos.

8.2 PROPUESTAS DE MEJORA

Los resultados obtenidos en el grupo de once alumnos que ha realizado las actividades propuestas muestran una mejora considerable en la actitud de los estudiantes hacia la asignatura. Es por ello que sería recomendable utilizar este tipo de metodologías abiertas con los estudiantes de Ciencias. Sería interesante comprobar si esta mejora se observa también entre los estudiantes que tienen dificultades a la hora de aprobar la asignatura de Física y Química, tal y como estaba previsto en un principio, pues quizá motivándoles mediante este tipo de experiencias se pueda lograr una mayor comprensión de los contenidos, tal y como se ha comprobado entre los alumnos que las han realizado, así como una mayor disposición a enfrentarse a la materia.

Si se dispusiera de laboratorios más seguros que el utilizado en estas actividades podría ser beneficioso ampliar el grado de libertad de los alumnos a la hora de elegir las prácticas a realizar así como los reactivos a utilizar.

Por otra parte, combinar estas actividades con las clases teóricas a las que los alumnos están acostumbrados, y no dedicar periodos lectivos separados, podría ser de utilidad no sólo para la mejora de la actitud del alumnado sino también para que los alumnos sean capaces de comprender la química en su totalidad, pues es importante que los estudiantes de Ciencias sean capaces de experimentar por sí mismos las dimensiones implícitas en el trabajo científico.

Es evidente que la realización de actividades que se alejen de la metodología tradicional y rutinaria puede suponer un esfuerzo considerable para el docente. Sin embargo, merece la pena apostar por conseguir una sociedad cada vez mejor formada y con mayor capacidad para enfrentarse a situaciones desconocidas porque, tal y como afirmó José Ortega y Gasset, “lo real y lo concreto de la ciencia es la actividad sin descanso del intelecto que se enfrenta valerosamente, peligrosamente con los problemas y pugna con ellos, para darles solución. No es la ciencia como saber, es la ciencia materializada en utilidad” (Sánchez-Gey Venegas, 2011).

9. BIBLIOGRAFÍA

- Aguiar Andrade, E. (2011). El aprendizaje práctico de la química y el uso de los signos de Tolman y Vygotsky. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 8(3), 282-290.
- Ayuntamiento de Madrid. (1 de Febrero de 2015). *Ayuntamiento de Madrid. Estadísticas*. Obtenido de <http://www.madrid.es/portales/munimadrid/es/Inicio/Ayuntamiento/Estadistica/Areas-de-informacion-estadistica/Demografia-y-poblacion/Poblacion-extranjera/Poblacion-Extranjera-en-la-Ciudad-de-Madrid-a-1-de-enero?vgnextfmt=detNavegacion&vgnextoid=4fbdeba0c27>
- Barberá, O., & Valdés, P. (1996). El trabajo práctico en la enseñanza de las ciencias: una revisión. *Enseñanza de las Ciencias*, 14(3), 365-379.
- Bruner, J. S. (1960). *The Process of Education*. United States of America: Harvard University Press.
- Bruner, J. S. (1960). *The Process of Education*.
- Burton, G. H. (2000). *Salter's Advanced Chemistry*. Oxford.
- Consejería de Educación de la Comunidad de Madrid. (10 de Mayo de 2007). DECRETO 23/2007, de 10 de mayo, del Consejo de Gobierno, por el que se establece para la Comunidad de Madrid el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria.
- Crujeiras, B., Jiménez, M., & Gallástegui, J. (Abril de 2013). Indagación en el laboratorio de química. Secuencia de actividades en que alumnado de 3.º y 4.º de ESO diseñan experimentos. *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*(74), 49-56.
- Escuelas Católicas de Madrid. (Mayo-Junio de 2012). Nuestra Señora de Loreto: más de 400 años de historia y educación. *Escuelas Católicas de Madrid*, 23-28.
- Flores, J., Caballero Sahelices, M. C., & Moreira, M. A. (2009). El laboratorio en la enseñanza de las ciencias: una visión integral en este complejo ambiente de aprendizaje. *Revista de Investigación*, 33(68), 75- 112.
- Generalitat de Catalunya. (26 de Junio de 2007). Decret 143/2007, de 26 de juny, pel qual s'estableix l'ordenació dels ensenyaments de l'educació secundària obligatòria.
- Gil Pérez, D., & Valdés Castro, P. (1996). *Enseñanza de las Ciencias*, 14(2), 155-163.
- González López, I. (2005). Motivación y actitudes del alumnado universitario al inicio de la carrera. ¿Varían al egresar? *Electronic Journal of Research in Educational Psychology*, 3(5), 35-56.
- Grupo Salters. (1999). Proyecto Química Salters. *Cuadernos de Pedagogía*(281), 68-72.
- Guitart, F., Caamaño, A., & Corominas, J. (2012). «Química en contexto»: una propuesta curricular para la química del bachillerato en Cataluña. *VII Seminario Ibérico/III Seminario Iberoamericano CTS en la enseñanza de las Ciencias "Ciencia, Tecnología y Sociedad en el futuro de la enseñanza de las ciencias"*. Madrid.
- Heredia Avalos, S. (2005). Experiencias sorprendentes de química con indicadores de pH caseros. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 3(1), 89-103.

- Hodson, D. (1988). Toward a philosophically more valid science curriculum. *Science Education*, 72(1), 19-40.
- Hofstein, A., & Lunetta, V. (2004). The laboratory in science education: Foundations for the twenty-first century. *Science Education*, 88, 28-54.
- Insausti, M., & Merino, M. (2000). Una propuesta para el aprendizaje de contenidos procedimentales en el laboratorio de Física y Química. *Investigações em Ensino de Ciências*, 5(2), 93-119.
- Jong, O. (1996). La investigación activa como herramienta para mejorar la enseñanza de la química: nuevos enfoques. *Enseñanza de las Ciencias*, 14(3), 279-288.
- Marroquín Yerove, M. (2013). Calidad de la enseñanza y el aprendizaje estratégico en la educación superior. *Revista Global de Negocios*, 1(2), 1-17.
- Mas, V. (Julio de 2011). La enseñanza de la química en secundaria basada en una pedagogía de investigación. *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*(69), 42-51.
- Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. (4 de Mayo de 2006). *Agencia Estatal. Boletín Oficial del Estado*. Recuperado el 5 de Abril de 2015, de <http://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2006-7899>
- Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. (3 de Mayo de 2006). Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación.
- Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. (2014). *Datos y cifras del sistema universitario español 2013-2014*. Recuperado el 30 de Mayo de 2015, de <http://www.mecd.gob.es/prensa-mecd/dms/mecd/prensa-mecd/actualidad/2014/02/20140213-datos-univer/datos-cifras-13-14.pdf>
- Morales, P., & Landa, V. (2004). Aprendizaje basado en problemas. *Theoria*, 13(1), 145-157.
- Moreno, A., & del Barrio, C. (2000). La experiencia adolescente. A la búsqueda de un lugar en el mundo. *Aique*.
- Nnentswig, P., Demuth, R., Parchmann, I., Ralle, B., & Gräsel, C. (2007). Chemie im Kontext: Situating Learning in Relevant Contexts while Systematically Developing Basic Chemical Concepts. *Journal of Chemical Education*(84), 1439.
- OCDE. (2000). *Pisa. La medida de los conocimientos y destrezas de los alumnos. Un nuevo marco para la evaluación*. Recuperado el 4 de Junio de 2015, de <http://www.oecd.org/edu/school/programme/orinternationalstudentassessment/pisa/33694020.pdf>
- Onrubia, J. (1995). El proyecto adolescente: Elementos para una aproximación constructivista, interaccionista y contextual al desarrollo psicológico en la adolescencia. *Aula de Innovación Educativa*(40-41), 85-90.
- Pozo, J. A. (1997). La crisis de la educación científica, ¿volver a lo básico o volver al constructivismo? *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*(14), 91-104.
- Pumacayo, Z., & Untiveros, G. (2006). Eficiencia de los proyectos en química sobre el aprendizaje de estudiantes de educación secundaria. *Revista de la Sociedad Química del Perú*, 72(4), 226-235.

- Rodríguez Rodríguez, J. M., & Navarro de Tuero Bonán, J. A. (2011). Aprendiendo química con golosinas. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*(8 (Número Extraordinario)), 476-486.
- Sánchez-Gey Venegas, J. (2011). La Educación en Pensadores Españoles Contemporáneos. *Bajo Palabra. Revista de Filosofía*.(6), 155-166.
- Sanmartí, N., & Márquez Bargalló, C. (2012). Enseñar a plantear preguntas investigables. *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*(70), 27-36.
- Sèrè, M. G. (2002). La enseñanza en el laboratorio. ¿Qué podemos aprender en términos de conocimiento práctico y de actitudes hacia la ciencia? *Enseñanza de las Ciencias*, 20(3), 357-368.
- Solbes, J., Montserrat, R., & Furió, C. (2007). El desinterés del alumnado hacia el aprendizaje de la ciencia: implicaciones en su enseñanza. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*(21), 91-117.
- Thomson, J., & Soyibo, K. (2002). Effects of lecture, teacher demonstrations, discussion and practical work on 10th graders' attitudes to chemistry and understanding of electrolysis. *Research in Science and Technological Education*, 20(1), 25-37.
- Unamuno, M. d. (1913). *El espejo de la muerte*. Madrid, España: Alianza Editorial.

ANEXO I

**Cuestionarios iniciales y finales
realizados a los alumnos**

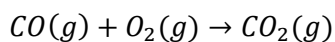
CUESTIONARIO INICIAL 4º ESO

1. a) ¿Te gusta la asignatura de Física y Química? ¿Por qué?

b) ¿Qué es lo que más te gusta? ¿Y lo que menos?

2. ¿Qué es una reacción química? ¿Qué reacciones conoces?

3. Ajusta la siguiente reacción e indica los reactivos y productos:

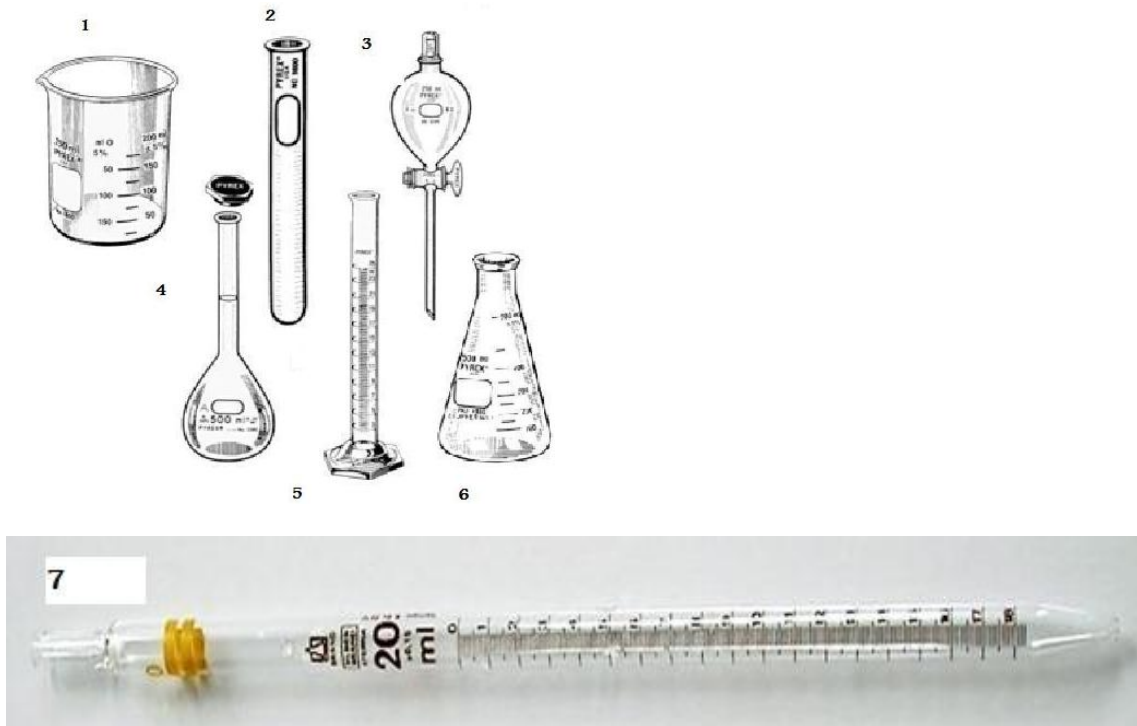


4. Calcula la masa molecular del ácido sulfúrico conociendo las siguientes masas atómicas: $M(H) = 1 \text{ u}$; $M(S) = 32 \text{ u}$; $M(O) = 16 \text{ u}$.

5. Calcula el número de moles que hay en 25 mL de ácido sulfúrico sabiendo que su densidad es $1,84 \text{ g/cm}^3$. ¿Cuál es su concentración?

6. ¿Has estado alguna vez en un laboratorio? Si la respuesta es sí, ¿cómo lo viste?

7. Indica el nombre de los siguientes utensilios de laboratorio e indica para qué sirven. ¿Conoces alguno más?



8. Indica el significado de los siguientes dibujos:



9. En el laboratorio está prohibido comer y beber a excepción de chicles o agua.

- a. Verdadero b. Falso c. Depende de la práctica

10. En el laboratorio es obligatorio el uso de:

- b. Guantes.
c. Bata.
d. Gafas de seguridad.
e. Todas las anteriores.

11. Si alguien me llama en el laboratorio, puedo ir corriendo hasta donde se encuentre.

- a. Verdadero
- b. Falso

12. Antes de usar una sustancia química, debo fijarme en:

- a. Su color.
- b. Su pictograma de seguridad.
- c. Dónde está colocado.

13. El uso de lentillas en el laboratorio es recomendable para usar más cómodamente las gafas de seguridad.

- a. Verdadero
- b. Falso
- c. Depende de la práctica

14. Ante cualquier duda:

- a. Debo consultar a cualquiera de mis compañeros.
- b. Debo consultar al profesor.
- c. Debo usar el móvil para buscar la respuesta.

15. Si huelo a gas:

- a. Hay que cerrar la llave de paso.
- b. Debo abrir puertas y ventanas.
- c. No debo abrir puertas y ventanas, para evitar la contaminación.
- d. Las respuestas a y b son correctas.
- e. Las respuestas a y c son correctas.

16. Señala las afirmaciones verdaderas:

- a. El pelo largo debe llevarse recogido.
- b. No se deben usar anillos, pulseras ni collares.
- c. No es necesario saber cuántos extintores hay en el laboratorio.
- d. Ninguna de las anteriores es cierta.

17. Antes de salir del laboratorio, debo lavarme las manos:

- a. Únicamente si no he utilizado guantes.
- b. Siempre.
- c. Depende de la práctica.

CUESTIONARIO FINAL 4º ESO LABORATORIO

1. ¿Ha cambiado tu visión de la asignatura después de realizar las prácticas de laboratorio? ¿De qué manera?
2. ¿Crees que es necesario realizar este tipo de prácticas durante la asignatura? ¿Por qué?
3. ¿Qué es lo que más te ha gustado de las prácticas?
4. ¿Qué es lo que menos te ha gustado de las prácticas?

CUESTIONARIO FINAL 4º ESO. ALUMNOS QUE NO HAN REALIZADO PRÁCTICAS DE LABORATORIO

1. ¿Te han parecido interesantes los experimentos presentados por tus compañeros?
2. A la vista de las exposiciones de tus compañeros, ¿te habría gustado haber realizado las prácticas?
3. ¿Crees que haber realizado las prácticas habría mejorado tu visión de la asignatura? ¿De qué manera?

ANEXO II

Rúbricas utilizadas para la evaluación de las actividades llevadas a cabo

RÚBRICA PARA LA EVALUACIÓN DE EXPOSICIONES ORALES

	0,5	1	1,5	2
Conceptos	Conceptos presentados escasos o frecuentemente erróneos	Información poco elaborada	Información completa	Información completa y relación con ejemplos.
Expresión	Inseguridad.	Expresión oral abrupta. Síntomas de inseguridad.	Buena expresión oral.	Expresión oral fluida.
Coordinación	Desconexión entre los miembros del grupo.	Poca conexión entre los miembros del grupo.	Conexión entre la mayor parte del grupo.	Conexión entre los miembros del grupo.
Lenguaje	Errores de lenguaje.	Lenguaje coloquial frecuente.	Vocabulario correcto pero no demasiado amplio.	Vocabulario amplio y técnico.
Puesta en escena	Ha leído toda la información.	Ha leído gran parte de la información.	Se ha apoyado en notas pero su uso ha sido limitado.	No ha leído la información presentada.

- Cada exposición oral tendrá un peso del 20% de la nota total.
- Cada grupo de alumnos será calificado con la misma puntuación.

RÚBRICA PARA LA EVALUACIÓN DEL TRABAJO EN LABORATORIO

	0,5	1	1,5
Indumentaria	Nunca utiliza bata ni guantes.	No siempre utiliza bata y guantes.	Utiliza bata y guantes diariamente.
Material	No utiliza el material adecuado.	No siempre utiliza el material adecuado.	Utiliza el material de laboratorio correctamente.
Limpieza	No limpia el material ni su zona de trabajo.	No siempre limpia su material antes o después de la sesión. No siempre deja su zona de trabajo limpia y recogida	Limpia su material antes de comenzar la práctica y al terminar. Deja su zona de trabajo limpia y recogida.

- El trabajo en el laboratorio tendrá un peso del 15% de la nota total.
- La calificación será individual para cada alumno.

RÚBRICA PARA LA EVALUACIÓN DEL INFORME FINAL

	0,5	1,5	2,5
Contenido	Faltan la mayor parte de los puntos indicados.	Incluye la mayoría de los puntos indicados.	Incluye todos los puntos indicados.
Lenguaje	Lenguaje coloquial y frecuentemente erróneo.	Vocabulario correcto pero no demasiado amplio.	Vocabulario amplio y técnico.
Conceptos	No relaciona la información general con su práctica experimental.	Información correcta pero no relaciona correctamente la información general con su práctica experimental.	Relaciona la información general con su práctica experimental.

- El informe final tendrá un peso del 25% de la nota total.
- La calificación será individual para cada alumno.