



Universidad Internacional de La Rioja
Facultad de Educación

Trabajo fin de máster

Ciencia en casa: programa de adaptación de prácticas de laboratorio de la materia de Biología y Geología de 1º y 3º de la ESO para su realización en el hogar.

Presentado por: Laura Llobet Sesé
Línea de investigación: Propuesta de intervención
Director/a: María Luz Diago Egaña

Ciudad: Zaragoza
Fecha: Junio 2015

RESUMEN

El trabajo práctico confiere una dimensión especial a los procesos de enseñanza-aprendizaje de las ciencias, dado el carácter experimental de las mismas. Entre sus ventajas destacan su ayuda a la comprensión de conceptos, la adquisición de una metodología científica y el desarrollo de actitudes favorables hacia la posición de la ciencia en la sociedad. El objetivo del presente Trabajo Fin de Máster ha sido detectar los problemas existentes en cuanto al desarrollo del trabajo práctico de laboratorio de Biología y Geología y proponer un programa de intervención que tratase de solucionarlos mediante su ejecución en el hogar familiar en horario extraescolar. Para ello, se observó y encuestó al profesorado de un centro educativo, detectando que la realización de prácticas era muy escasa y frecuentemente dificultada por la falta de tiempo y recursos, así como por el elevado número de alumnos por aula. Esta propuesta plantea la posibilidad de llevar a cabo trabajos prácticos en casa, con materiales cotidianos y recreando situaciones y problemas de la vida real, de manera que el alumno pueda aplicar, de una forma más directa, los conocimientos adquiridos en las clases. De esta manera, se intentará despertar la vocación científica de los alumnos a través de la ciencia recreativa, a la vez que se trabajan alguna de las competencias básicas en ciencia y tecnología definidas en el currículum.

PALABRAS CLAVE: Prácticas de laboratorio, divulgación científica, ciencia recreativa, competencias clave, Biología y Geología.

ABSTRACT

Due to their experimental nature, practical work provides a deeper dimension to learning-teaching procedures in Sciences. Some of their outstanding advantages are a deeper understanding of new concepts, acquisition of scientific methodology and generating in the society positive attitudes toward science. The main aim of this Master Project was to identify existing problems during laboratory sessions in Biology and Geology and to propose solutions based on practical work performed at home after school time. Therefore, teaching staff from one teaching institution were observed and surveyed about these issues. It was found that the number of practical courses performed was really low, and the situation was usually deteriorated by the lack of time and resources as well as by the high number of students per group. In this proposal, it is suggested to perform practical work at home, by using common materials and mimicking real-life situations and problems.

In this way, students will be able to apply, in a more direct form, the knowledge acquired during the regular lessons and will therefore develop a scientific vocation through recreational science, as well as they will improve some curricular basic scientific and technological skills.

KEYWORDS: Laboratory sessions, Popular Science, Recreational Science, key competences, Biology and Geology.

ÍNDICE

1. Introducción	6
2. Justificación	7
3. Planteamiento del problema	7
4. Objetivos	9
4.1. Objetivo general.....	9
4.2. Objetivos específicos.....	9
5. Descripción de la estructura del TFM	10
6. Marco teórico	11
6.1. Importancia de las prácticas en la enseñanza de las ciencias	11
6.2. Panorama actual de los laboratorios escolares: tipos de prácticas	13
6.3. La motivación del alumnado por el estudio de las ciencias	15
6.4. Papel de la divulgación científica en relación a la educación científica	16
6.5. Prácticas asociadas al currículo de Biología y Geología de 1º y 3º de la ESO	18
6.5.1. 1º ESO	19
6.5.2. 3º ESO	20
7. Marco empírico.....	22
7.1. Análisis de la situación educativa	22
7.1.1. Contexto.....	22
7.1.2. Metodología y materiales utilizados.....	22
7.1.3. Resultados del cuestionario	24
7.2. Objetivos de la propuesta	27
7.3. Propuesta de intervención	27
7.3.1. Destinatarios	27
7.3.2. Cronograma de trabajo y descripción de las acciones.....	28
7.3.3. Recursos necesarios: humanos, materiales y económicos.....	30
7.3.4. Forma de evaluación prevista	31
7.4. Resultados previstos	32
8. Discusión	33
8.1. Problemática en torno a la realización de prácticas de laboratorio en los centros escolares.....	33
8.2. Ventajas e inconvenientes de la propuesta de intervención planteada.....	34
9. Conclusiones	37
10. Limitaciones y prospectiva.....	38

11.Referencias bibliográficas	39
12.Anexos.....	44
12.1. Anexo I	44
12.2. Anexo II.....	45
12.3. Anexo III.....	46
12.4. Anexo IV	52
12.5. Anexo V	58

1. INTRODUCCIÓN

Se define ciencia como el “conjunto de conocimientos obtenidos mediante la observación y el razonamiento, sistemáticamente estructurados y de los que se deducen principios y leyes generales” (RAE, 2001). Atendiendo a esta definición, en el campo de la didáctica de las Ciencias se investiga y trabaja para abandonar la metodología de enseñanza tradicional (o modelo de aprendizaje por transmisión), basada sobre todo en las clases magistrales fundamentadas en el libro de texto y la resolución de problemas-tipo cerrados de aplicación de lo aprendido, y se intentan dirigir sus actuaciones hacia un enfoque más constructivista como alternativa al aprendizaje memorístico y repetitivo (Campanario y Moya, 1999; Oliva y Acevedo, 2005).

Así, la metodología general de las materias científicas, y en particular de la Biología y Geología, tendría como base, además de las explicaciones breves por parte del profesor que fomenten la escucha activa de los alumnos, tres actividades principales: la resolución de problemas (aplicación indirecta de la teoría utilizando diversas estrategias), la realización de trabajos prácticos (de distintos tipos según los objetivos didácticos que se persigan) y las salidas al campo (u otros tipos de visita fuera del aula); todas ellas dirigidas hacia el objetivo de un aprendizaje más funcional. Como trasfondo común a estas propuestas, se encuentran teorías educativas de gran calado como los modelos de Piaget (1977), famoso por su Teoría Constructivista del Aprendizaje, las de Ausubel (1983) y Vygotsky (1978), que introdujeron los conceptos de “aprendizaje significativo” y “zona de desarrollo próximo” respectivamente, y la de Bruner, que desarrolla en la década de los 60 la Teoría del Aprendizaje por Descubrimiento, sosteniendo que el mejor medio para alcanzar el aprendizaje significativo es la adquisición de conocimientos a través de la propia experiencia (citado en Campanario y Moya, 1999, p. 180, 183).

De entre todas ellas, el trabajo práctico constituye un aspecto diferencial básico de la enseñanza de las ciencias. Hace más de trescientos años John Locke lo propuso como necesidad educativa, entrando a formar parte integral del currículo académico a finales del siglo XIX (Barberá y Valdés, 1996). Son múltiples los beneficios educativos que se le atribuyen: adquisición de conceptos por experiencia directa, aprendizaje de técnicas de indagación, emisión de hipótesis y comprobación de las mismas, mejoras en la capacidad de reflexión, análisis, síntesis y comunicación, desarrollo de la creatividad y el espíritu crítico, etc.

Sin embargo, esta actividad se ve dificultada hoy en día por la falta de instalaciones y material adecuado, el excesivo número de alumnos por aula, el carácter enciclopédico de los currículos, etc. (Furió, Payá y Valdés, 2005). No

obstante, muchas de estas barreras que impiden un desarrollo correcto del aprendizaje se presentan como innecesarias y podrían ser evitadas, por ejemplo mediante la simplificación de los experimentos eliminando pasos innecesarios y utilizando aparatos y técnicas más sencillas (Hodson, 1994).

2. JUSTIFICACIÓN

Dada su relevancia en el currículum de Biología y Geología, la realización de actividades prácticas que ilustren y/o apliquen los conceptos teóricos, así como que contribuyan al desarrollo de ciertas destrezas y actitudes, resulta prácticamente imprescindible en todo proceso de enseñanza-aprendizaje correspondiente a dicha materia (Caamaño, 1992).

Sin embargo, a lo largo el periodo de *Prácticum*, se ha detectado una ausencia prácticamente total de este tipo de actividades en el transcurso de la práctica docente diaria en el aula. De hecho, el profesorado del Centro ha afirmado encontrar un gran número de obstáculos que impiden su realización en el laboratorio escolar durante el horario lectivo. Del mismo modo, tras una extensa revisión bibliográfica, se han encontrado numerosas investigaciones que justifican la existencia del problema y buscan darle respuesta mediante distintas alternativas (Escudero y Dapía, 2014).

Por ello, las razones que motivan este estudio son de diversa naturaleza. Por un lado, tal y como ha quedado de manifiesto en la Introducción, satisfacer una necesidad educativa ampliamente documentada. Por otro lado, existe un interés personal por los distintos ámbitos que comprende la llamada divulgación científica, en concreto la realización de experimentos con materiales cotidianos de la vida diaria.

Se ha elegido realizar este estudio dirigido a los alumnos de 1º y 3º de ESO por ser los primeros niveles en los que se aplicará la nueva normativa LOMCE en el próximo curso.

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la Mejora de la Calidad Educativa (en lo sucesivo LOMCE), tal y como queda recogido en el Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se detalla el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato, establece que uno de los objetivos generales de la Educación Secundaria Obligatoria (ESO) es “concebir el conocimiento científico como un saber integrado, que se estructura en distintas

disciplinas, así como conocer y aplicar los métodos para identificar los problemas en los diversos campos del conocimiento y de la experiencia” (p. 177). En su Capítulo I, Artículo 2, asigna las competencias básicas en ciencia y tecnología como competencias del currículum, y sostiene que para su correcta adquisición “deberán diseñarse actividades de aprendizaje integradas que permitan al alumnado avanzar hacia los resultados de aprendizaje de más de una competencia al mismo tiempo” (p. 172), potenciando de forma especial las competencias de comunicación lingüística, competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología.

Del mismo modo, se define que “la asignatura de Biología y Geología debe contribuir durante la ESO a que el alumnado adquiera unos conocimientos y destrezas básicas que le permitan adquirir una cultura científica” (p. 204). Concretamente, en el bloque de contenidos 1 para 1º y 3º de ESO, se trabajan específicamente las características básicas de la metodología científica así como la obtención de información a partir de la experimentación. Como principal novedad de esta reforma legislativa, se incluye el bloque de contenidos 7 tanto para 1º como para 3º de la ESO, que consiste en la realización de un proyecto de investigación en grupo y que propone integrar todas las destrezas propias del trabajo científico. Por lo tanto, a nivel educativo, la enseñanza de las ciencias considera la manipulación y experimentación una parte esencial de su método pedagógico, ya que la naturaleza de dicha actividad constituye uno de los pilares básicos en la construcción de la ciencia.

Por otro lado, si atendemos al proyecto de evaluación PISA, la competencia científica se define como “la capacidad de emplear el conocimiento científico para identificar preguntas y sacar conclusiones a partir de pruebas, con el fin de comprender y ayudar a tomar decisiones acerca del mundo natural y de los cambios que la actividad humana produce.” (OCDE, 2000, p.97).

Desde el momento en que se considera que la ciencia es una actividad principalmente práctica, la realización de experimentos que ilustraran la teoría debería estar presente en toda programación didáctica de la materia de Biología y Geología, como actividad específicamente diseñada para la adquisición de las competencias antes mencionadas. Sin embargo, son muchos los profesores que no realizan prácticas durante la Educación Secundaria alegando en general falta de tiempo, es decir, tal y como sostienen Izquierdo, Sanmartí y Espinet (1999), el tiempo escolar se utiliza en tareas más eficaces.

Este Trabajo Fin de Máster (TFM) surge por tanto ante la necesidad de facilitar al docente el desarrollo de actividades prácticas con los alumnos en un ámbito distinto al escolar, evitando así los problemas de masificación de las aulas y

de sobrecarga en los currículos. A estos se suman otras dificultades como la falta de recursos e instalaciones apropiadas, los peligros asociados a la estancia de menores en un laboratorio, la eliminación prácticamente total del sistema de desdoble de grupos, etc.

Así, el planteamiento de una posible vía de solución a dicha problemática, acercando estas experiencias hasta la casa de cada alumno, podría beneficiar a todos los miembros de la comunidad educativa: profesores, que dispondrían de más tiempo para la realización de otras actividades didácticas, alumnos, que aprenderían los conceptos con una mayor significatividad, e incluso padres, ya que llevar a cabo los experimentos supondría un punto de encuentro y participación de las familias en la tarea educativa.

4. OBJETIVOS

Para el desarrollo de este Trabajo Fin de Máster se han planteado los siguientes objetivos:

4.1. Objetivo general

- Detectar los problemas existentes en cuanto al desarrollo del trabajo práctico de laboratorio de Biología y Geología y proponer un programa de intervención que trate de solucionarlos mediante su realización en el hogar familiar en horario extraescolar.

4.2. Objetivos específicos

- Analizar la utilidad de las prácticas de laboratorio para el aprendizaje científico y los factores que las condicionan, así como el componente motivacional que tienen para los alumnos y su relación con las actividades de divulgación de la ciencia.
- Estudiar la problemática actual sobre la realización de prácticas de laboratorio en el Instituto de Educación Secundaria Ramón Pignatelli de Zaragoza.
- Seleccionar las prácticas más adecuadas a los distintos niveles y objetivos educativos propuestos, en función de los contenidos establecidos en el currículum.
- Diseñar una propuesta de intervención para adaptar las prácticas al contexto de la vida cotidiana, modificando materiales o procedimientos.
- Evaluar las ventajas e inconvenientes de la implantación de dichas actividades en la práctica docente.

5. DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA DEL TFM

Habiendo definido y justificado el problema de estudio, y fijado los objetivos para el desarrollo de este Trabajo Fin de Máster, se plantea estructurarlo en una parte teórica y en otra empírica.

Así, el marco teórico consta de una revisión bibliográfica acerca de algunos aspectos clave relacionados con la enseñanza de las ciencias en general, así como con las prácticas de laboratorio en particular. Se divide pues en cinco epígrafes que van desde la importancia de las prácticas y el uso tradicional de los laboratorios escolares hasta concretar su aplicación en los cursos de 1º y 3º de la ESO, pasando por temas complementarios como son el de la motivación de los alumnos y el de la relevancia de la divulgación científica.

En el marco empírico se lleva a cabo, en primer lugar, un análisis de la situación educativa que ha dado lugar a la detección del problema, utilizando para ello la información recogida en el IES Ramón Pignatelli de la ciudad de Zaragoza. A continuación se expone la propuesta de intervención, detallando sus destinatarios, las actividades que se van a realizar, los recursos necesarios y la forma de evaluar su conveniencia, previendo los resultados que se obtendrían con su implantación.

Por último, como en todo trabajo de investigación, se dedican unas páginas a discutir los resultados alcanzados a través de su comparación con publicaciones de otros autores de reconocido prestigio. Con todo ello, se extraen una serie de conclusiones a través de las cuales se hace explícita la contribución de este estudio al problema planteado. Además, se analizan las limitaciones con las que se ha contado a la hora de llevar a cabo este TFM, así como algunas de las posibles vías de investigación futuras que se derivan del estudio de esta cuestión educativa.

6. MARCO TEÓRICO

6.1. Importancia de las prácticas en la enseñanza de las ciencias

Para todo niño o adolescente interaccionar con el mundo que les rodea, así como poder manipularlo y transformarlo, les ayuda a comprenderlo. Así, a través de la observación y de la experimentación, se consiguen una serie de elementos de reflexión que permiten interpretar la compleja naturaleza de la que forman parte (Guzmán, 2008).

De forma metafórica, Fuentes y García (2010) definen la investigación científica como “imaginación, experimentación, exploración, intentar ver lo que nadie ha visto nunca, entrar en zonas inexploradas ya que no existen fronteras” (p. 101). A raíz de esta poética y atractiva explicación, se deduce la relevancia que podría tener una cierta componente de investigación científica en los procesos de enseñanza-aprendizaje de las materias de ciencias en la etapa de educación secundaria.

Desde que en 1882 se declaró por primera vez en un Código Educativo que “la enseñanza de los alumnos en materias científicas se llevará a cabo principalmente con experimentos” (citado en Hodson, 1994, p. 299), son muchos los proyectos educativos, sobre todo a partir de los años sesenta (pioneros en Estados Unidos e Inglaterra) que promueven el trabajo práctico de los alumnos como forma de adquisición de contenidos científicos tanto conceptuales como procedimentales y actitudinales (Barberá y Valdés, 1996). No obstante, tradicionalmente ha existido una cierta controversia en cuanto a la eficacia real de dichas prácticas.

Entre las críticas más duras encontramos las de Claxton (1994), que sostiene que el trabajo de laboratorio no contribuye ni a la motivación ni al aprendizaje de conceptos, o las de Hofstein y Lunetta (1982), que afirman que las prácticas concebidas como la simple elaboración de una “receta” constituyen una pérdida de tiempo y recursos. Según Furió y cols. (2005) esta orientación “contribuye a una visión distorsionada y empobrecida de la actividad científica” (p. 116), por lo que su puesta en práctica puede resultar desalentadora tanto para docentes como para estudiantes.

Sin embargo, otros autores como López y Tamayo (2012) creen que el problema está en que no se ha llegado a un consenso en cuanto a los objetivos del trabajo práctico pero que, sin éste, la educación científica sería incompleta. Siguiendo este hilo, para Hodson (1994), los objetivos generales de las prácticas de laboratorio serían cinco: motivar a los alumnos, enseñar técnicas de laboratorio, fijar conocimientos, desarrollar habilidades en relación al método científico y

adoptar determinadas actitudes científicas; si bien otros autores los reducen a tres: aprender ciencias, aprender qué es la ciencia y aprender a hacer ciencia (Izquierdo y cols., 1999). Por consiguiente, esta ambigüedad en cuanto a los objetivos es la que podría haber propiciado el gran número de investigaciones que se han llevado a cabo al respecto en el ámbito de la didáctica de las ciencias. Yendo un paso más allá, Banet (2007) cree que es la propia educación científica en general la que no tiene bien definidas sus finalidades, llegando a la conclusión que la formación que se recibe en secundaria no se ajusta a las necesidades que demanda la sociedad.

Entre las ventajas más mencionadas en la bibliografía encontramos que, normalmente, el trabajo práctico se desarrolla en un ambiente de aprendizaje cooperativo que promueve la discusión entre los alumnos, lo que favorece tanto la adquisición de habilidades sociales para el crecimiento intelectual y afectivo, como la contextualización y comprensión de los fenómenos estudiados experimentalmente (Fuentes y García, 2010; Guzmán, 2008; Kirschner, 1992).

Otro aspecto positivamente valorado es el uso de las prácticas científicas como estrategia motivadora para el alumnado, en la que se basan trabajos como el de Martínez y Haertel (1991) que pretende encontrar en los distintos experimentos los aspectos que los hacen interesantes a los ojos de los estudiantes de secundaria. En la misma línea, las investigaciones llevadas a cabo por Murphy y Beggs (2003) demuestran que un porcentaje muy alto de los alumnos encuestados responden que la realización de experimentos (y descubrir cosas nuevas con ellos) es lo que más les gusta de las ciencias, ya que con ellos aprenden a la vez que se divierten.

Barberá y Valdés (1996) resumen los beneficios educativos que solo puede proporcionar el trabajo práctico en cuatro puntos: proporciona una experiencia directa sobre los fenómenos naturales, permite contrastar la ciencia teórica con la realidad, familiariza a los estudiantes con elementos de carácter tecnológico y desarrolla el razonamiento práctico. Con todo ello concluyen que “los alumnos solo aprenderán a hacer ciencia practicándola” (p. 374).

Por último, mencionar que según las nuevas competencias clave que se definen en el currículo de la LOMCE, los trabajos prácticos contribuirían al desarrollo de un número importante de ellas: de forma destacada a la competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología, pero también a la de comunicación lingüística, a la de aprender a aprender y a la de sentido de iniciativa y espíritu emprendedor. A pesar de todo ello, tal y como denuncian García-Barros y Losada (2000), el trabajo práctico sigue contando hoy en día con una presencia casi anecdótica en los libros de texto de las editoriales españolas más ampliamente implantadas, primando sobre el mismo un aprendizaje fundamentalmente teórico.

6.2. Panorama actual de los laboratorios escolares: tipos de prácticas

Tamir y Rovira (1992, p.4) definen el laboratorio de ciencias como “aquel lugar especialmente equipado de un centro donde se dan algunas clases en las que los alumnos realizan investigaciones sobre fenómenos y resuelven problemas utilizando diversas habilidades manuales e intelectuales”. Dadas estas características, el laboratorio parece cumplir una función muy importante como ambiente de aprendizaje (Flores, Caballero y Moreira, 2009).

De acuerdo con la clasificación de Caamaño (1992) podemos distinguir, según los objetivos didácticos que se persigan, 5 tipos distintos de trabajos prácticos a realizar en el laboratorio de ciencias: experiencias, experimentos ilustrativos, ejercicios prácticos, experimentos para contrastar hipótesis e investigaciones, que a su vez pueden ser teóricas o prácticas. Esta división corresponde a distintas visiones de las ciencias: las dos primeras buscan una verificación de las teorías, los ejercicios prácticos responden al aprendizaje de habilidades en las técnicas de laboratorio, mientras que las dos últimas reflejan la actividad exploratoria e investigativa de las ciencias (Álvarez, 2007). Las experiencias, experimentos ilustrativos y ejercicios son las prácticas más utilizadas en general por las menores exigencias de tiempo y recursos, si bien su uso debería estar más enfocado hacia los primeros cursos de la ESO, reservando las investigaciones más complejas para los últimos cursos de la ESO y los de Bachillerato (si bien éstas no llegan a impartirse en la mayoría de los centros).

No obstante, existen otros factores a tener en cuenta a la hora de plantear un trabajo práctico además del tipo de actividad, como son el enfoque de enseñanza, el instrumento de evaluación, el nivel educativo, el currículum a desarrollar, etc. (Flores y cols., 2009). Otra de las variables importantes la constituye el grado de apertura de la práctica, es decir, el nivel de autonomía del alumno (Lock, 1990), que normalmente es proporcional a su grado de dificultad. Del mismo modo, el tipo y número de variables, la carga conceptual necesaria para comprender el problema, la complejidad del manejo del instrumental y el contexto de trabajo, contribuirán en mayor o menor medida a definir el grado de complicación de la actividad (Caamaño, 2009).

En relación a esto último, la dirección que están tomando las investigaciones es hacia la superación de las limitaciones que acompañan al enfoque tradicional de la enseñanza en cuanto al papel pasivo que ejerce el alumno al seguir un procedimiento dado, existiendo la necesidad de dinamizar las actividades de laboratorio (Flores y cols., 2009; Tenreiro-Vieira y Marques-Vieira, 2006). Dicha

concepción se basa principalmente en la elaboración de “recetas” tradicionales, prestando poca atención a la planificación de la investigación o a la interpretación de los resultados (Domin, 1999).

Para ello, Hodson (1994) propone cuatro etapas básicas que tendría que tener toda práctica de laboratorio: diseño y planificación, realización de la práctica, reflexión y evaluación de los hallazgos, y comunicación de los resultados. La participación de los alumnos en cada una de las fases permitiría desarrollar su creatividad así como su capacidad de resolución de problemas, habilidades clave para el desempeño de sus labores como ciudadanos, no necesariamente como futuros científicos, por lo que Banet (2007) defiende el abandono de una orientación de la enseñanza mayoritariamente propedéutica centrada en el desarrollo de conceptos, principios y leyes propios de las disciplinas científicas.

Actualmente, son muchas las experiencias prácticas que se llevan a cabo para la mejora de las fórmulas tradicionales o para la búsqueda de prácticas totalmente innovadoras como alternativa al modelo de transmisión-recepción (Escudero y Dapía, 2014). Dichas mejoras pretenden lograr en el alumno una mayor capacidad de razonamiento y argumentación, además de un progreso en su lenguaje simbólico, formal y técnico (Fuentes y García, 2010).

A modo de resumen, las prácticas de laboratorio deberían integrar diversos aspectos de la actividad científica como son el planteamiento de situaciones problemáticas abiertas relacionadas con los intereses de los alumnos, su análisis cualitativo y posterior emisión de hipótesis, la elaboración del diseño experimental, el análisis detenido de los resultados y sus implicaciones en la vida cotidiana, la elaboración de memorias científicas que reflejen el trabajo realizado y el fomento del compromiso cooperativo entre los estudiantes (Furió y cols., 2005).

La labor del profesor, como guía del proceso y agente facilitador de la indagación y reflexión del alumno, resultará vital para un desarrollo enriquecedor de la experiencia. Una correcta planificación y diseño de los guiones de trabajo facilitará el proceso de resolución por parte del estudiante, así como el de evaluación por parte del docente (Caamaño, 2009).

Para finalizar esta pequeña revisión sobre los laboratorios escolares, cabría señalar aquí algunos de los puntos que hacen que el número de actividades prácticas que se realizan en ellos sea inferior al deseado tanto por los docentes como por los alumnos. Por un lado, la mayoría de los Institutos de Educación Secundaria (IES) españoles tienen un único laboratorio, lo que dificulta la distribución del horario de uso entre los diferentes grupos. Por otro lado, el elevado número de alumnos por aula impide la realización de muchas de las actividades propuestas, tanto por la

escasez de recursos como por las dificultades organizativas y de garantías de seguridad. Por último, la preparación de este tipo de actividades requiere un tiempo extra que, a menudo, los profesionales de la educación no tienen (Caamaño, 2009).

6.3. La motivación del alumnado por el estudio de las ciencias

Aunque no se discute la importancia del papel que juegan las ciencias en la sociedad actual, el tiempo dedicado a su enseñanza tanto en Primaria como en Secundaria es, según Oliva y Acevedo (2005), claramente insuficiente, lo que está llevando a una deficiente alfabetización científica de los ciudadanos y a un descenso constante en el número de alumnos que eligen la modalidad de Bachillerato de ciencia y tecnología y, por tanto, las carreras universitarias científicas. Como dato, Barberá y Valdés (1996) aportan que España es el país de la OCDE con un menor porcentaje de titulados en ciencias e ingenierías.

Por otro lado, como dicen Reid y Hodson (1997, p. 57) “el principal desafío de un profesor de Ciencias es el de motivar al alumno”. Sin embargo, tal y como demuestra Solbes (2011), las ciencias muestran una imagen entre los estudiantes de ser algo difícil y excesivamente teórico, además de aburridas y solo ligeramente útiles. Entre otras, las propuestas que realiza el autor para tratar de mejorar estas percepciones pasarían por un tratamiento más experimental y basado en las relaciones ciencia, tecnología y sociedad (CTS). En la misma línea, Murphy y Beggs (2003) afirman que el declive en el interés por la ciencia ocurre ya entre los 9 y los 14 años, debido a múltiples razones entre las que se encuentra el paso de la etapa de educación primaria a la de secundaria, un currículum científico centrado en los contenidos teóricos, la ineficacia de algunos profesores y la influencia de ciertos factores sociales. De hecho, según los datos del Eurobarómetro (Comisión Europea, 2005), solo el 15% de los europeos estarían satisfechos con la calidad de las clases de ciencias que recibieron en la escuela.

Las causas de este problema son de naturaleza compleja: por un lado la valoración negativa de la sociedad por la ciencia, a la que suele atribuirle un gran papel en aspectos negativos (en el caso de la Biología y Geología: organismos genéticamente modificados, clonación, armas biológicas) pero de la que desconoce los positivos (lucha contra las enfermedades, conservación del medio, mejoras en la agricultura, etc.). Por otro lado, como ya se ha comentado, la metodología utilizada para la enseñanza de las ciencias, a menudo alejada de la vida cotidiana de los estudiantes, lo que ocasiona una visión de la misma sin futuro profesional y con escasas posibilidades de éxito. Además, el segundo de los aspectos citados no suele tener en cuenta el primero, es decir, los profesores de ciencias no consideran, en su

forma de impartir las clases, la valoración negativa del alumnado, por lo que tampoco pone medidas para mejorar la motivación (Solbes, Montserrat y Furió, 2007).

Como consecuencia de esta disminución en el interés por la ciencia, a largo plazo, se podría llegar a una situación de freno en el desarrollo, o incluso de retroceso, en cuanto a los avances científico-tecnológicos de un país como el nuestro. En este sentido apuntan las “recomendaciones” aportadas por el informe Rocard (2007, p.17), de entre las cuales destacaría la primera: “porque el futuro de Europa está en juego, se deben exigir acciones de mejora de la educación científica a todos los organismos responsables de la implementación del cambio, a nivel local, regional, nacional y europeo”.

Para finalizar este apartado cabría resaltar la existencia de una creciente desmotivación también en el sector del profesorado, probablemente como consecuencia de las condiciones de trabajo actuales: el ajuste presupuestario en cuanto a adquisición de recursos y el aumento de la ratio de alumnos por aula dificulta en gran medida el cambio conceptual hacia un modelo docente que abandone las clases magistrales para centrarse en las necesidades reales de nuestra sociedad (Escudero y Dapía, 2014). Una posible vía de solución a este problema sería la creación de redes profesionales de profesores a través de las cuales intercambiar ideas, materiales y experiencias (Rocard, 2007).

6.4. Papel de la divulgación científica en relación a la educación científica

Según Izquierdo y cols. (1999), una particularidad del conocimiento científico es que “puede estar al alcance de todos aquellos que quieren saber cómo funciona el mundo y cómo intervenir en él” (p. 46). Así, para tratar de lograr una comprensión pública de la ciencia, ésta puede llegar a los ciudadanos a través de dos vías, a menudo interrelacionadas: por un lado la educación formal y por otro la divulgación científica (Blanco, 2004).

En el primer caso, el concepto de transposición didáctica (Chevallard, 1997) es el que generalmente se utiliza para indicar la transformación que debe sufrir el conocimiento aportado por los científicos para su uso como contenido escolar, de manera que el lema “ciencia para todos” (Fensham, 1985) pueda resultar aplicable. Del mismo modo, la alfabetización científico-tecnológica, como reto actual de la educación científica, surge ante la necesidad de preparar a los futuros ciudadanos de la sociedad del siglo XXI en la toma responsable de decisiones respecto a la ciencia y

la tecnología que afectan a nuestra realidad social, política y cultural (Blanco, 2004; Prieto, España y Martín, 2012).

Por otro lado, podemos encontrar numerosos medios, en principio fuera del ámbito escolar, que pueden ser utilizados para la divulgación de la ciencia: museos de la ciencia y clubes científicos, libros y revistas especializadas y prensa en general, internet, documentales y programas de televisión, etc.; considerando que todos ellos podrían emplearse, en un momento dado, como recurso didáctico. En este sentido, pueden encontrarse varias investigaciones en las que se proponen experiencias de este tipo, por ejemplo la de García-Borrás (2005), que hace uso del contenido de la famosa serie de televisión C.S.I. para ilustrar los pasos del método científico.

Si nos fijamos en las diferencias existentes entre la educación y la divulgación científica, el primer punto radica en el carácter obligatorio de la primera en contraposición al interés libre y espontáneo por la segunda (Rennie, Fecher, Dierking y Falk, 2003). Así, una de las iniciativas que más éxito tiene hoy en día son las denominadas “ferias de la ciencia”, que consisten en experimentos, talleres y juegos científicos para el público general, actividades que pueden enmarcarse dentro del movimiento de la ciencia recreativa (García-Molina, 2011). El objetivo de dichas actividades es el de convertir un proceso de enseñanza-aprendizaje en una experiencia divertida, combinando los aspectos lúdicos con los formales, captando así la atención y el interés de los estudiantes. Según el citado autor, gran parte del éxito de estas experiencias radica en la realización de experimentos sorprendentes con materiales cotidianos que faciliten su reproducción.

La segunda diferencia la encontramos en que el sentido excesivamente abstracto y teórico que se le da tradicionalmente a la educación científica, da paso a la marcada cotidianeidad presente, por ejemplo, en los artículos sobre divulgación científica que podemos encontrar en los distintos medios de comunicación, si bien éstos son a menudo criticados por su falta de rigor (Pérez-Maldonado, García-Barros y Martínez-Losada, 2004). Estas vías alternativas de información científica proporcionan al estudiante la necesaria conexión entre los contenidos aprendidos en clase y la vida real que conocen, es decir, una contextualización, lo que constituye uno de los puntos clave del aprendizaje significativo.

Otros aspectos diferenciales entre la divulgación y la educación científica hacen referencia a la no estructuración, legislación, evaluación ni certificación de la primera frente a la segunda, además del protagonismo que se le otorga al que aprende o al profesor respectivamente (Blanco, 2004).

En relación a todo esto, uno de los mejores ámbitos donde ejemplificar esa relación divulgación-educación científica será el del hogar familiar. En este contexto,

hay que considerar la nueva concepción que debería tenerse acerca de los deberes que encargan los profesores de ciencias para hacer en casa, no solo como tarea escolar, sino como una forma de socialización con el medio natural y social, como aspecto cultural que permite, además, la implicación de las familias en pro de un aprendizaje común (Corno, 2000). Así, tanto familias como docentes deberían ser conscientes de que, hoy en día, la educación científica que reciben los estudiantes de la etapa secundaria en los centros educativos no es, según Blanco (2004), “la fuente más importante e impactante de información científica” (p. 84), por lo que resulta esencial que, entre todos, se gestione adecuadamente.

6.5. Prácticas asociadas al currículo de Biología y Geología de 1º y 3º de la ESO

El próximo curso 2015/2016 entra en vigor, a nivel estatal, la nueva LOMCE, para los cursos 1º y 3º de la ESO así como para 1º de Bachillerato, incorporándose los niveles restantes en el curso 2016/2017. En este contexto, las editoriales más conocidas a nivel educativo en España han puesto en marcha el diseño de libros de texto actualizados que se adapten a las nuevas exigencias curriculares, establecidas en el Real Decreto 1105/2014 y en los correspondientes decretos autonómicos. En concreto, para el desarrollo de esta revisión bibliográfica, se han analizado los textos para 1º y 3º de la ESO de las editoriales McGraw-Hill (Ramos, Colondrón, González, Serrano y Ventureira, 2015; Ramos, Colondrón, González y Ventureira, 2015), Edelvives (Márquez y Mora, 2015; García y Hoyas, 2015) y SM (Pedrinaci, Gil, Pascual e Hidalgo, 2015a; Pedrinaci, Gil, Pascual e Hidalgo, 2015b) en sus respectivas ediciones de 2015 (ejemplares de muestra para el profesorado).

Como novedad de la LOMCE, el currículo de la materia de Biología y Geología (troncal general) se estructura, de forma conjunta para los cursos de 1º y 3º de la ESO, en 7 bloques de contenidos, para cada uno de los cuales se detallan los criterios de evaluación y los estándares de aprendizaje evaluables. Es competencia autonómica distribuir y secuenciar el conjunto de contenidos en ambos cursos: en el caso de la comunidad autónoma de Aragón, se desarrollan en 1º los bloques 1, 2, 3, 6 y 7, mientras que a 3º corresponden los bloques 1, 4, 5 y 7 (proyectos curriculares sometidos a información pública en fecha de realización de este TFM).

Como se ha mencionado, el bloque 1 “Habilidades, destrezas y estrategias. Metodología científica” y el bloque 7 “Proyecto de investigación” hacen referencia directa a las competencias, tanto científicas como no científicas, que se incluyen en el desarrollo completo de toda actividad científica, en este caso del campo de la biología o la geología. Por ello, los criterios de evaluación y los estándares de

aprendizaje definidos para estos bloques, podrán ser aplicados a cada una de las prácticas de laboratorio, experimentos o pequeñas investigaciones que se desarrollen a lo largo de los bloques de contenidos restantes. Entre los más importantes se encuentran el uso adecuado del vocabulario científico, la búsqueda e interpretación de información científica, la realización de experimentos siguiendo un guión de prácticas, el desarrollo de la autonomía del alumno y el cumplimiento de las normas de uso y seguridad del material de laboratorio.

Al no haberse implantado todavía la normativa LOMCE en secundaria, no se cuenta con referencias bibliográficas que analicen el tema de la introducción en el currículum oficial de un proyecto de investigación completo, si bien este tipo de experiencias ya habían sido desarrolladas por algunos docentes como elemento de innovación educativa (Fuentes y García, 2010). De todos modos, en este momento es imposible conocer cómo cada centro o profesor va a plantear, metodológica y conceptualmente, el abordaje de este proyecto de investigación, motivo por el cual no va a ser tratado en el presente TFM.

6.5.1. 1º ESO

Además de los bloques comunes, los alumnos de 1º de ESO de la Comunidad Autónoma de Aragón deberán cursar el bloque 2 “La Tierra en el universo”, el bloque 3 “La biodiversidad en el planeta Tierra” y el bloque 6 “Los ecosistemas”.

- **Bloque 2:**

Una de las partes más importantes que componen este bloque, hace referencia a la posición que ocupa la Tierra en el universo y a las consecuencias que conllevan los movimientos terrestres de rotación y traslación (día y noche, estaciones, mareas, eclipses, etc.). Para comprender mejor estos contenidos, las actividades prácticas que pueden realizarse conllevan la fabricación de modelos móviles que, mediante el uso de sistemas de iluminación (linterna), ilustrarán estos fenómenos. Otra práctica interesante sería la construcción de un reloj de sol y su observación a lo largo de todo el curso, comparando la diferencia entre la hora oficial y la hora solar (García Herrero, 2014).

En cuanto a los contenidos sobre la geosfera, el currículum exige conocer las propiedades y características de los minerales y las rocas, por lo que las prácticas más adecuadas serán las de *visu* (Ruiz, 2009). También se puede plantear la reproducción de los principales procesos de cristalización a partir de reactivos químicos comunes en los laboratorios escolares.

Para trabajar los temas sobre la atmósfera y la hidrosfera, puede resultar interesante diseñar pequeñas investigaciones en el entorno (Fuentes y García, 2010).

No obstante, existen múltiples diseños experimentales para comprobar la existencia de la presión atmosférica, las propiedades del aire y el agua, o para reproducir fenómenos como el efecto invernadero o el ciclo del agua.

- Bloque 3:

En cuanto a las características básicas de la célula (procariota/eucariota, animal/vegetal), se pueden construir modelos de las mismas utilizando distintos materiales (plastilina, porexpan, etc.) (Carretero, 2010).

El núcleo principal del bloque lo constituye la clasificación de los seres vivos en los cinco reinos y el estudio de sus principales características. Para la visualización de las estructuras a nivel morfológico, lo más apropiado es la realización de disecciones sencillas tanto de pequeños animales como de flores o frutos (Carbo y Estrada, 2012). Concretamente, el reino de las plantas ofrece muchas actividades prácticas posibles que ilustren sus funciones vitales, tales como la germinación de semillas o la separación de los pigmentos fotosintéticos. Respecto al reino de los hongos cabe destacar el cultivo de mohos y su observación bajo una lupa binocular, instrumento que también puede utilizarse para el estudio de las esporas del champiñón.

- Bloque 6:

Para la correcta comprensión del concepto de ecosistema y las relaciones que en él se establecen, una de las experiencias más enriquecedoras consistiría en una salida al campo con la que el alumno se familiarice con los distintos componentes del ecosistema en cuestión (Fernández y Casal, 1995). Una parte importante de dicha salida sería la recogida de muestras para su posterior estudio en el laboratorio (muestras de suelo, agua, hojas, insectos, etc.). Otra posible actividad aplicable a este bloque sería la identificación de árboles y arbustos mediante el uso de claves dicotómicas.

6.5.2. 3º ESO

En 3º de ESO, los alumnos aragoneses cursarán los dos bloques comunes, el bloque 4 “Las personas y la salud; promoción de la salud” y el bloque 5 “El relieve terrestre y su evolución”.

- Bloque 4:

Este bloque es un caso especial ya que, por abarcar uno de los objetivos principales de la materia, su extensión ocupa prácticamente las tres cuartas partes del curso. Dada la gran cantidad de contenidos actitudinales presentes en este conjunto de temas, serán muy interesantes actividades como las charlas de expertos, debates, documentales, talleres de concienciación o similares, respecto a temas

como la prevención de enfermedades, los hábitos saludables, la lucha contra las adicciones, la sexualidad, etc. (Mena y Pina, 2012).

En cuanto a prácticas de laboratorio, una parte importante consistirá en la disección de diferentes órganos animales, así como modelados sencillos acerca de sus funciones en el organismo (que complementarán el uso de los clásicos modelos anatómicos). Combinando contenidos actitudinales con la comprensión del funcionamiento del aparato respiratorio, una práctica recomendada es la llamada “botella fumadora”, que ilustra de forma impactante, a través de un modelo fabricado por los alumnos, los perjuicios del tabaco (Departamento General de Salud Pública y Alimentación, Comunidad de Madrid, 2008).

Otro tema con mucho peso en este bloque es el de la nutrición y los hábitos alimentarios. Prácticas relacionadas con el diseño de una dieta saludable o el estudio de los valores nutritivos en las etiquetas de los alimentos son exigidas por el currículum (Girón, Blanco y Lupión, 2014). Del mismo modo, la presencia de determinados nutrientes puede determinarse experimentalmente mediante reacciones químicas sencillas.

- Bloque 5:

En este bloque dedicado a la geología, las prácticas más comunes consisten en el modelado de fallas y pliegues con porexpan o madera. En la misma línea, se pueden construir mapas topográficos combinando planchas de distintos materiales, incluyendo la competencia matemática para el cálculo de distancias y altitudes.

Para observar los fenómenos geológicos en la naturaleza, es aconsejable una salida al campo, tanto para indagar sobre los factores que condicionan el modelado del paisaje en un determinado entorno, así como para la toma de muestras para su posterior estudio en el laboratorio (aguas, suelo, rocas, etc.) (Jaén y García-Estañ, 1997).

7. MARCO EMPÍRICO

7.1. Análisis de la situación educativa

7.1.1. Contexto

El IES Ramón Pignatelli es un centro público ubicado, desde el año 1975, en el sur de la ciudad de Zaragoza, siendo desde sus orígenes el centro de Secundaria de referencia para los barrios de Valdefierro, Hispanidad, zona sur de Delicias y actualmente también, en parte, para el barrio Oliver. En cuanto a la tipología de las familias que escolarizan a sus hijos en este Centro predominan, desde un punto de vista socioeconómico, las clases populares y trabajadoras, además de contar con un 25% de población inmigrante. El número de alumnos que se matriculan en el Centro garantiza la existencia de cuatro líneas en el 1^{er} curso de ESO. La oferta educativa del Centro comprende los cuatro cursos que componen la ESO, además de 2 modalidades de Bachillerato (Ciencias y Tecnología, Humanidades y Ciencias Sociales) y un Programa de Cualificación Profesional Inicial (PCPI) de Servicios Administrativos.

7.1.2. Metodología y materiales utilizados

El Máster Universitario en Formación del profesorado de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato contempla un periodo de prácticas externas en un centro educativo denominado *Prácticum*, necesario para que el futuro docente adquiriera algunas de las competencias básicas requeridas por su titulación. Es en ese contexto en el que se comenzó a vislumbrar la necesidad educativa que se trata en este TFM. Así durante la realización del Practicum en el IES Ramón Pignatelli de Zaragoza se realizó la siguiente observación:

Recogida de datos: Para la recogida de datos en el centro se utilizó, en cada sesión, una ficha de observación cuyo modelo se adjunta en el Anexo I. Las observaciones se realizaron durante un periodo de cuatro semanas. Se utilizó este instrumento para la recogida de datos porque, tal y como afirman DeWalt y DeWalt (2002) “las observaciones no son datos a menos que sean registradas en notas de campo” (citado en Kawulich, 2005, p.13), siendo éste un mecanismo sencillo y rápido para proporcionar un contexto que ayude a detectar posibles deficiencias.

Resultados de la observación: La Tabla 1 muestra un resumen de los resultados obtenidos al analizar las fichas de observación, haciendo referencia a aquellos aspectos que tengan que ver con la realización de actividades prácticas.

Nivel	Materia	Nº experiencias ilustrativas en el aula	Nº actividades manipulación en el aula	Nº prácticas laboratorio	Nº salidas fuera del aula
1º ESO	Ciencias de la Naturaleza	2	1	0	0
2º ESO	Ciencias de la Naturaleza	0	1	0	0
3º ESO	Biología y Geología	1	1	0	0
4º ESO	Biología y Geología	0	0	0	0
1º Bach.	Biología y Geología	0	1	1	1

Tabla 1: Resultados de la observación durante el periodo de *Prácticum*

Así, tras el periodo de estancia en el centro, se observó que solo un grupo de los que cursan la asignatura de Biología y Geología había acudido al laboratorio escolar para realizar actividades prácticas, siendo muy pocas las experiencias ilustrativas o pequeños experimentos las llevadas a cabo en el aula.

Tras esta observación, se procedió por un lado a realizar una revisión bibliográfica que apoyase o no estas percepciones particulares, con la que se encontraron numerosas referencias que hacen mención a problemas muy similares y a la necesidad de buscar estrategias novedosas de mejora (Escudero y Dapía, 2014; Furió, Payá y Valdés, 2005).

Así mismo, para evaluar la situación actual de las prácticas de laboratorio en las materias adscritas a la especialidad docente de Biología y Geología del IES Ramón Pignatelli, se tomó como punto de vista el del profesorado. Para ello, se elaboró un sencillo cuestionario compuesto por cinco preguntas cerradas que fue validado por D. José F. Llorens Benito, Jefe del Departamento didáctico de Ciencias de la Naturaleza, formado por éste y otros tres profesores. Las encuestas se completaron de forma anónima y voluntaria por parte de los participantes.

El modelo de cuestionario se adjunta en el Anexo II. Tres de las preguntas se responden mediante una escala tipo Likert (1932). Ésta fue diseñada inicialmente por el autor para medir actitudes mediante cinco niveles crecientes, que van desde el total desacuerdo hasta el acuerdo completo, si bien este tipo de escalas pueden

adaptarse a términos de frecuencia, importancia, probabilidad, etc. Las otras dos preguntas son de respuesta múltiple, permitiendo la elección de una única opción en la pregunta 2 y de varias opciones en la pregunta 3. La elección de este tipo de preguntas fue debida a que, al ser de respuesta cerrada, son fáciles y rápidas de responder, además de proporcionar una interpretación más directa y objetiva (Alaminos y Castejón, 2006).

7.1.3. Resultados del cuestionario

Datos sociológicos de la muestra de estudio: La muestra de estudio la componen cuatro profesores, una mujer y tres hombres, de edades comprendidas entre los 39 y los 60 años, y con una media de 19.2 ± 12.4 años de experiencia docente. Según su formación universitaria, este equipo de profesores lo compone un maestro de Ciencias y tres geólogos, dos de ellos con formación complementaria (Doctorado en Geología y Licenciatura en Geografía uno, y Licenciatura en Psicología el otro).

Tras la recogida de los datos se procedió a su análisis y representación gráfica, utilizando para ello una metodología de tipo descriptivo. Se muestran individualmente los resultados obtenidos en cada una de las preguntas.

La Pregunta 1 del cuestionario era “¿En qué medida cree Ud. que las prácticas de laboratorio son necesarias para un completo aprendizaje de la Biología y Geología en Educación Secundaria?”. Como puede observarse en la Figura 1, el 75% de los profesores (3) consideraron a las prácticas de laboratorio como un elemento muy necesario para el aprendizaje de la Biología y Geología. Un 25% (1) las consideró necesarias.

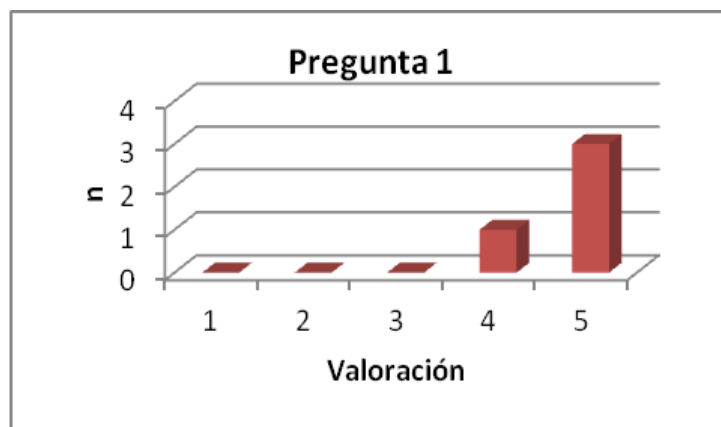


Figura 1: Resultados de la pregunta 1 del cuestionario.

La Pregunta 2 del cuestionario era “¿Cuántas prácticas de laboratorio realiza Ud. con sus alumnos?”. En la Figura 2 podemos observar que en cuanto a la frecuencia de realización de prácticas de laboratorio, el 75% de los profesores (3) indicaron que realizan menos de las que les gustaría. Resulta llamativo que incluso uno de los profesores (25%) afirmó no realizar ninguna práctica.

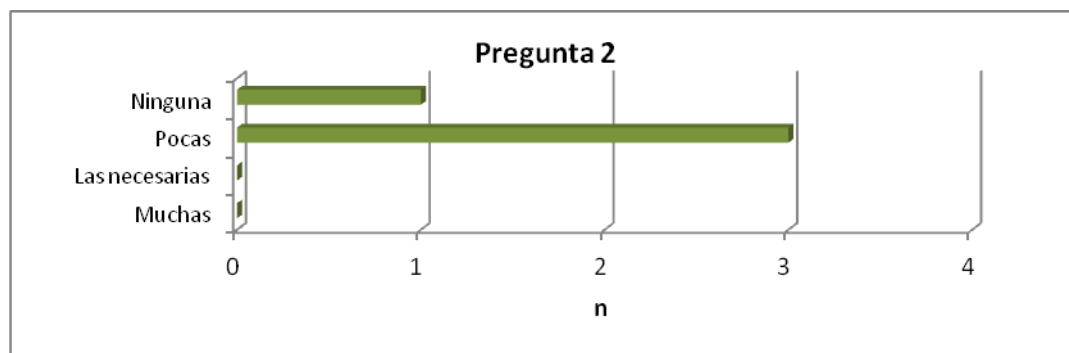


Figura 2: Resultados de la pregunta 2 del cuestionario.

La Pregunta 3 del cuestionario era “¿Qué obstáculos se encuentra Ud. a la hora de llevar a cabo prácticas de laboratorio con sus alumnos?”. Respecto a la misma, la opción más escogida por el profesorado como principal obstáculo para la realización de prácticas de laboratorio es la del excesivo número de alumnos por aula, marcada por el 100% de los participantes. Con igual número de elecciones (3), las respuestas “falta de tiempo para impartir todo el temario”, “falta de tiempo para preparar las prácticas” y “falta de recursos” fueron las segundas más escogidas. La respuesta que hace referencia a la disponibilidad del laboratorio no fue seleccionada por ningún profesor. Por último, 3 profesores proporcionaron razones alternativas a las propuestas en el cuestionario. Estas fueron: “dificultad para controlar la seguridad de los alumnos”, “eliminación del sistema de desdobles de grupo” y “desinterés de la Administración por promover este tipo de prácticas”.

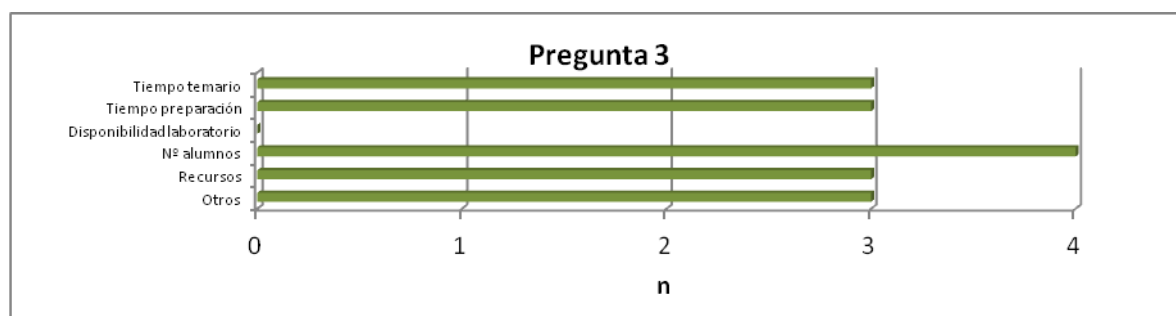


Figura 3: Resultados de la pregunta 3 del cuestionario.

La Pregunta 4 del cuestionario era “¿Considera Ud. que la realización de prácticas de laboratorio es una actividad que resulta motivadora para los alumnos?”. En este caso, el 100% de los profesores encuestados (4) dijo que la realización de prácticas de laboratorio es una actividad que resulta muy motivadora para el alumnado.

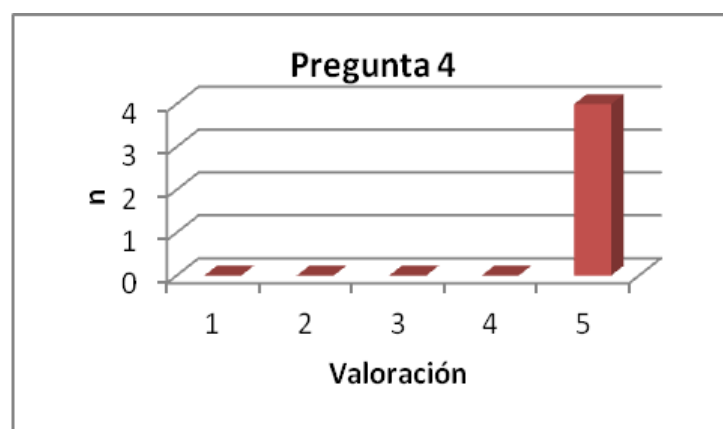


Figura 4: Resultados de la pregunta 4 del cuestionario.

La Pregunta 5 del cuestionario era “¿Cree Ud. necesaria la introducción de mejoras que permitan realizar más actividades de experimentación a los alumnos?”. Si bien uno de los profesores (25%) consideró que solo es moderadamente necesaria la introducción de mejoras que permitan a los alumnos realizar más actividades de experimentación, la mayoría de ellos (75%) opinó que son muy necesarias.

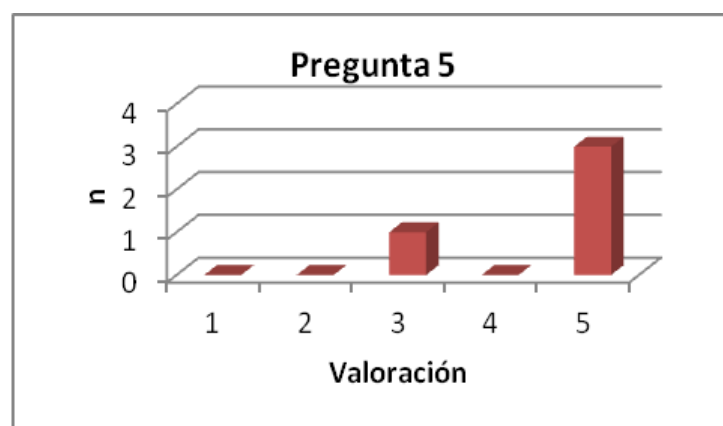


Figura 5: Resultados de la pregunta 5 del cuestionario.

A partir de todos estos resultados puede extraerse, como conclusión, que la mayoría de los profesores contemplan las prácticas de laboratorio como parte fundamental para la comprensión y aplicación de los conocimientos científicos que se proporcionan en la escuela, además de como elemento motivador del alumnado. Sin embargo, la realización de estas actividades se ve limitada, principalmente, por diversos factores como son la elevada ratio alumnos/aula, la extensión de los temarios y la sobrecarga horaria de los profesores. Por lo tanto, la necesidad de un Programa de Intervención que trate de dar respuesta a esta problemática queda debidamente justificada.

7.2. Objetivos de la propuesta

El objetivo general que se pretende alcanzar con el desarrollo de esta propuesta de intervención es el de contribuir a mejorar los procesos de enseñanza-aprendizaje de la materia de Biología y Geología en 1º y 3º de la ESO mediante la realización de experimentos en casa.

Como objetivos específicos se plantearían los siguientes:

- Diseñar un cuadernillo de prácticas que incluyan una contextualización de la situación, un protocolo para la realización del experimento y una serie de cuestiones que faciliten el análisis y la exposición de los resultados.
- Facilitar al docente la realización de actividades que permitan adquirir y aplicar a la vida real los contenidos curriculares fijados para la materia, evitando los obstáculos existentes para la utilización del laboratorio escolar.
- Motivar a los alumnos y despertar en ellos la vocación científica.
- Implicar a familias y alumnos en el aprendizaje compartido a través de la divulgación científica y de la ciencia recreativa.

7.3. Propuesta de intervención

7.3.1. Destinatarios

Los destinatarios de esta propuesta son todos los alumnos de 1º y 3º de la ESO, ya que la materia de Biología y Geología se cataloga como troncal general, y por tanto cursarla es obligatoria. Del mismo modo, con pequeñas adaptaciones, podría utilizarse con alumnos de los nuevos Programas de Mejora del Aprendizaje y el Rendimiento (PMAR), en el ámbito de carácter científico y matemático.

7.3.2. Cronograma de trabajo y descripción de las acciones

Durante los primeros días del curso, tras la presentación de la asignatura, se entregará a cada alumno el cuadernillo “Ciencia en casa” elaborado para este TFM, que deberán completar de forma individual en horario extraescolar a lo largo de todo el curso. Como puede verse en los Anexos III y IV, todas las prácticas propuestas constan de un apartado de contextualización (título de la práctica), que pretende relacionar los contenidos teóricos estudiados con su aplicación en los diferentes aspectos de la vida cotidiana que rodea a los estudiantes, una descripción del protocolo a seguir (Experimenta), y tres preguntas (¿Qué está pasando aquí?) que ayuden al alumno a reflexionar sobre los hechos observados y a plasmar de forma escrita los resultados obtenidos, fomentando la utilización del lenguaje científico.

En las tablas 2 y 3 se clasifican las prácticas seleccionadas para cada curso en función al bloque temático de contenidos al que pertenecen y a los objetivos educativos que se persiguen, indicando además los criterios de evaluación y los estándares de aprendizaje evaluables a los que hacen referencia según la LOMCE.

1º ESO				
Práctica	Bloque	Objetivos	Criterios de evaluación	Estándares de aprendizaje evaluables
Lunas y sombras	2	Comprender los movimientos de la Tierra y los fenómenos asociados a través de modelos construidos en casa.	5	5.1, 5.2
Agua y aire	2	Visualizar los efectos de la presión atmosférica en aspectos de la vida cotidiana. Reproducir el efecto invernadero mediante un modelo casero.	8, 10, 11	8.1, 8.3, 10.1
La primavera...a las plantas altera	3	Entender algunos aspectos de la fisiología vegetal analizando frutas, semillas y flores comunes.	7, 9	7.2, 9.1
Pan y champiñones	3	Simular un cultivo de microorganismos partiendo de alimentos cotidianos. Observar estructuras del reino <i>Fungi</i> en el champiñón común.	3, 7	3.1, 7.2
El suelo que pisamos	6	Analizar empíricamente algunos aspectos de determinados componentes del ecosistema que nos rodea (agua y suelo).	1, 4	1.1, 4.1

Tabla 2: Prácticas propuestas para 1º de ESO. La descripción de los criterios de evaluación y los estándares de aprendizaje evaluables correspondientes a cada numeración puede consultarse en el Anexo V.

3º ESO				
Práctica	Bloque	Objetivos	Criterios de evaluación	Estándares de aprendizaje evaluables
Ciencia en la cocina	4	Analizar la presencia de nutrientes en los alimentos sin necesidad de utilizar reactivos químicos. Comprender experimentalmente un fenómeno celular como el de la ósmosis.	1, 11	1.2, 11.2
Somos lo que comemos	4	Valorar, desde los hábitos diarios del ámbito familiar, la importancia de una dieta equilibrada para la promoción de la salud.	11, 12, 13	11.2, 12.1, 13.1
Pulmones como globos	4	Comprender el funcionamiento de un sistema del cuerpo humano a través de un modelo de fabricación casera. Valorar la inconveniencia de determinados hábitos como el tabaco.	9, 14, 15, 17	9.1, 14.1, 15.1, 17.1
Imitación de sangre y nefrona	4	Reproducir un tejido y una estructura funcional mediante materiales de la vida cotidiana. Comprender el funcionamiento del riñón mediante demostración empírica.	2, 14, 15, 17	2.1, 14.1, 15.1, 17.1
Una isla en 3D	5	Recrear el relieve de una zona mediante la construcción de una maqueta. Interpretar correctamente un mapa topográfico sencillo.	1, 8, 10	1.1, 8.1, 10.1

Tabla 3: Prácticas propuestas para 3º de ESO. La descripción de los criterios de evaluación y los estándares de aprendizaje evaluables correspondientes a cada numeración puede consultarse en el Anexo V.

Paralelamente, el profesor creará un espacio colaborativo en internet en el que los alumnos puedan compartir sus experiencias: subir fotos de los experimentos, comentar las de los compañeros, intercambiar consejos, obtener ayuda del profesor, etc. Como soporte o plataforma para albergar este contenido, puede elaborarse un blog o, de forma más sencilla, un grupo en una red social tipo *Facebook*. Siguiendo en esta línea, se puede dar un paso más allá en el uso de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación (TIC) y que los alumnos graben sus propios videos realizando los experimentos, pudiendo compartirlos en un canal de *Youtube*, tal y como proponen Escudero y Dapía (2014).

En las fechas marcadas por el profesor, que normalmente coincidirán con el inicio o el final de una unidad didáctica (dependiendo de si a la práctica se le da un enfoque de descubrimiento o de aplicación de la teoría), los alumnos tendrán un plazo de una semana para desarrollar el experimento y entregar el cuadernillo para

su corrección. Durante dicha semana, el grado de interacción, bien en el aula o bien a través de internet, deberá ser máximo, tanto entre profesor y alumnos como entre los alumnos entre sí. Las prácticas estarán distribuidas de forma más o menos uniforme entre todos los bloques temáticos que conforman la asignatura, por lo que para el desarrollo completo de la actividad se abarcará todo el curso escolar.

Para evaluar las competencias adquiridas por los alumnos, se puntuarán las respuestas a las cuestiones incluidas en el cuadernillo, valorándose con un 50% de la nota final de la actividad. El nivel de participación en internet se calificará con un 30% del global, valorando los puntos anteriormente citados (subida de fotos, comentarios, experimentos alternativos, etc.). El restante 20% corresponderá a la realización de actividades complementarias al programa “Ciencia en casa” que se especifican a continuación.

Se considerarán actividades complementarias al programa todas aquellas que supongan un acercamiento a la ciencia por parte del alumno, tanto sean promovidas desde el centro escolar (a modo de actividades extraescolares) como realizadas por iniciativa propia o decisión familiar. Así pues, actividades como las salidas al entorno natural, visitas a museos de ciencias, participación en talleres científicos, asistencia a charlas o conferencias sobre divulgación científica, lectura de libros o revistas especializadas, visionado de documentales o películas, etc., tendrían cabida en este apartado. Los alumnos podrán compartir sus experiencias a través de internet y animar a otros compañeros a su participación.

A final de curso, el Departamento de Biología y Geología planificará una “Jornada Científica” en la que serán los propios alumnos los que expliquen y hagan demostraciones, a los compañeros de otros cursos, de los experimentos trabajados durante todo el año. El día se completará con un espectáculo de ciencia recreativa contratado por el centro educativo o la visita de algún científico de reconocido prestigio.

7.3.3. Recursos necesarios: humanos, materiales y económicos

Como recursos humanos, el profesor actuará guiando y controlando todo el proceso, dinamizando el espacio de comunicación virtual, programando alguna de las actividades complementarias y llevando a cabo la evaluación final de la actividad. Así mismo, las familias tendrán un papel clave en el desarrollo de las prácticas y de las actividades complementarias, fomentando la implicación y participación del alumno y facilitándoles una visión de la ciencia dentro del movimiento ciencia-tecnología-sociedad. Además, se incluirían en este apartado todos aquellos

profesionales participantes en las actividades extraescolares planteadas: monitores, científicos, guías de museos o espacios naturales, etc.

Dada la naturaleza del programa de intervención propuesto, los recursos materiales y económicos necesarios son mínimos. Para el desarrollo de cada una de las prácticas, será suficiente con disponer de materiales cotidianos presentes de forma general en todas las casas, sobretodo en la cocina, o bien que puedan ser recogidos en el entorno natural cercano (plantas, rocas, etc.). Hay que destacar que sería recomendable disponer de cámara de fotos digital y ordenador con conexión a internet, si bien todos estos dispositivos pueden unificarse hoy en día en forma de un teléfono móvil inteligente.

7.3.4. Forma de evaluación prevista

Para determinar si la implantación de esta propuesta de intervención es efectiva, deberá evaluarse, de forma independiente, el grado de satisfacción conseguido para cada uno de los objetivos planteados.

Por un lado, se evaluarán los conocimientos adquiridos por los alumnos gracias a la realización de la actividad. En apartados anteriores ya se ha comentado el instrumento que se utilizará para cuantificar el nivel de aprendizaje, que consistirá principalmente en un pequeño cuestionario de tres preguntas al final de cada práctica. Por otro lado, el profesor deberá evaluar el grado de adquisición de competencias, tanto científicas como no científicas, tales como la utilización del método científico, las habilidades de comunicación oral y escrita de los resultados, el desarrollo de la autonomía personal y el trabajo cooperativo, etc. De la mejora que se produzca en estas competencias a lo largo de todo el curso, gracias al desarrollo de la actividad, dependerá en gran medida el éxito del proyecto de investigación que se plantea en el bloque de contenidos 7 para cada uno de los cursos, ya que se habrán ido practicando de forma continua muchas de las destrezas necesarias para su ejecución.

En el ámbito del profesorado, se distribuirá una encuesta a mitad y otra a final de curso que complementen la encuesta inicial ya realizada en este TFM. En las mismas, se deberá preguntar sobre las dificultades que se encuentran en esta nueva concepción de realizar las prácticas, sobre los aspectos a mejorar y sobre el grado de satisfacción general con la actividad. Del mismo modo, se atenderá, también en forma de encuesta, a las percepciones y opiniones del alumnado: grado de utilidad del cuadernillo, conocimientos adquiridos, nivel de disfrute y motivación con la actividad, práctica que más y que menos les ha gustado, dificultades encontradas,

aspectos a mejorar, implicación de las familias, etc. Como ejemplo de cuestionarios, pueden adaptarse los recogidos en López y Tamayo (2012).

Finalmente, deberán analizarse todos los resultados obtenidos, tanto los académicos como los actitudinales, y evaluar las ventajas e inconvenientes de la implementación del programa. Posteriormente se elaborará un informe que determinará si finalmente es conveniente la implantación o no de este programa como elemento de innovación educativa en este u otros Centros.

7.4. Resultados previstos

Los resultados que se esperan de la implantación de este programa de intervención consisten principalmente en la consecución del objetivo general planteado, es decir, lograr que los alumnos adquieran determinados conocimientos, habilidades y competencias que no podrían ser adquiridos si no es a través de la realización de actividades prácticas y experimentos.

En cuanto a la motivación del alumnado, se espera que se produzca un acercamiento a la ciencia facilitada por las experiencias de ciencia recreativa, de forma que se despierten vocaciones científicas que lleven a los jóvenes a querer seguir estudiando estas asignaturas en 4º curso de la ESO y en el Bachillerato, cuando pasan de ser obligatorias a ser optativas, a libre elección de los estudiantes. Además, se espera que las familias se impliquen tanto en la realización de las prácticas como en la planificación de actividades de ocio que impliquen, en mayor o menor medida, la divulgación científica, haciéndoles conscientes de que ésta es una alternativa muy valiosa para la formación de sus hijos como futuros ciudadanos.

En lo referente al profesorado, se espera que éstos se vean liberados de una parte de la gran carga de tiempo y esfuerzo que requiere la preparación de prácticas de laboratorio. Por otro lado, se espera que este programa sea para ellos una experiencia satisfactoria que les permita desarrollar nuevas formas de interacción con el alumnado y poner en marcha estrategias creativas que hagan del proceso de enseñanza-aprendizaje una tarea más atractiva e ilusionante.

8. DISCUSIÓN

8.1. Problemática en torno a la realización de prácticas de laboratorio en los centros escolares

En este Trabajo Fin de Máster, al igual que en otros trabajos (Mellado, 1996; Martínez, Martín, Rodrigo, Varela, Fernández y Guerrero, 2001), se parte de la perspectiva del profesorado a la hora de detectar y analizar los obstáculos que impiden realizar un número significativo de prácticas de laboratorio con los alumnos de Biología y Geología en el periodo de la Educación Secundaria.

Al igual que en la investigación de Mellado (1996), en el Centro de estudio confluyen maestros especialistas en ciencias y licenciados en ciencias, dos colectivos de profesorado con formación y concepción didáctica muy diferentes. Sin embargo, dado que cada materia suele tener unas tradiciones establecidas en cuanto a su manera de enseñarla, el 100% de los profesores encuestados en este caso cree que las prácticas de laboratorio son necesarias o muy necesarias para una correcta comprensión de las materias científicas. Esta concepción coincide con los resultados de Insausti y Merino (2000), que detallan que alrededor del 90% de los profesores creen que dichas prácticas sirven tanto para afianzar conceptos fundamentales como para conseguir destrezas de manipulación y familiarizarse con las técnicas del trabajo experimental.

Sin embargo, al observar los resultados de la encuesta, se aprecia que la totalidad de los profesores lleva a cabo menos prácticas de las que considerarían necesarias o incluso ninguna. En el estudio de Insausti y Merino (2000), con un tamaño muestral de 50 profesores, solo el 8% utiliza el laboratorio de forma habitual. En la misma línea, cuando una encuesta similar se realiza a los alumnos, una de las principales críticas que éstos emiten hace referencia al escaso número de trabajos prácticos que se realizan en la escuela (Álvarez, 2007). Banet (2007) también demuestra el predominio de la orientación conceptual en la enseñanza de las ciencias (del 61% en la ESO y que se eleva al 69% en el caso del Bachillerato) frente al resto de dimensiones formativas.

Insausti y Merino (2000) atribuyen esta situación a varios factores, entre los que destacan la elevada densidad de los contenidos teóricos, la rigidez en cuanto a la organización y horarios del centro, y la falta de instalaciones y materiales adecuados, opciones también mencionadas en este TFM por un 75% de los profesores. En cuanto a otros problemas atribuidos por los profesores encuestados en este TFM, se encuentra el desinterés por parte de la Administración, aspecto que también señala Banet (2007) al expresar la escasa implicación de ésta por la formación del

profesorado, no fomentando la innovación ni la investigación. Del mismo modo, Escudero y Dapía (2014) mencionan la reducción de desdobles para actividades en el laboratorio y el aumento del número de alumnos por aula como factores que influyen negativamente, elegidos por el 25% y el 100% de los profesores de este TFM, respectivamente. El último de los aspectos citados en la encuesta hace referencia a la dificultad de garantizar la seguridad de los alumnos en un laboratorio escolar, sobre todo si el grupo está masificado, lo que coincide con la visión de Carrascosa (1995). La opción que hacía referencia a la falta de disponibilidad del laboratorio no fue elegida por ningún profesor, lo que indica que son los otros factores los que predominan e imposibilitan la realización de prácticas, a pesar de que el laboratorio permanezca libre la mayor parte del tiempo lectivo.

Respecto a los resultados obtenidos en cuanto a la concepción de las prácticas como elemento motivador, el 100% de los profesores encuestados las consideró muy motivadoras. En un estudio realizado por López y Tamayo (2012), el 37% de los estudiantes afirmó que esta motivación procedía del hecho de aprender cosas nuevas. Según Solbes, Montserrat y Furió (2007) un 54% de los alumnos verían incrementado su interés hacia las ciencias si se realizasen más prácticas de laboratorio; y esta misma percepción la tendría un 91% de los profesores.

Tal y como sostiene Reigosa (2012), la mejora de las prácticas de laboratorio es una línea investigativa muy activa en el ámbito de la didáctica de las ciencias. En este sentido, el 75% de los profesores que participaron en este TFM creen muy necesaria la introducción de prácticas innovadoras que permitan optimizar esta cuestión educativa. Oliva y Acevedo (2005) proporcionan una serie de propuestas para facilitar la inclusión de este tipo de actividades en la dinámica habitual de las clases de ciencias, sobretodo dirigidas a cambios legislativos que doten a los Departamentos de Ciencias Naturales de los recursos, tanto humanos como materiales, necesarios, así como que den más importancia curricular a dichos planteamientos innovadores.

8.2. Ventajas e inconvenientes de la propuesta de intervención planteada

Plantear una propuesta de intervención cuyo desarrollo tenga lugar mayoritariamente en el domicilio del alumno y fuera del horario lectivo, si bien otros autores también lo han propuesto (Escudero y Dapía, 2014), puede presentar tanto ventajas como inconvenientes.

Tal y como indican García-Barros y Martínez-Losada (2003), las prácticas deben tener distintos fines y planteamientos variados, así como insistir en los

aspectos interpretativos. Precisamente, esta es una de las directrices que se ha intentado seguir a la hora de diseñar las actividades que componen este trabajo. Del mismo modo, como apunta González-Carmona (2010), se ha pretendido redactarlas con un cierto grado de informalidad, que lleve a un ambiente de trabajo más relajado e integrado con otras actividades de la vida diaria. De este modo, las prácticas de ciencia divulgativa-recreativa podrían entrar a formar parte de la agenda familiar, uno de los objetivos que se pretenden actualmente ante la polémica constante de la imposición de deberes escolares para casa (González-Tornaría, Guerra, Prato y Barrera, 2009).

Este enfoque, más dirigido hacia los intereses de los alumnos y hacia sus necesidades como futuros ciudadanos, no es el que tradicionalmente se le ha dado a la ciencia escolar. Según Insausti y Merino (2000), solo el 18% de los libros de texto de materias científicas incluyen trabajos prácticos caseros, mientras que ninguno de los manuales de prácticas editados expresamente con este fin presentan esta perspectiva. El estudio que realizan Jaén y García-Estañ (1997) también demuestra que los libros de texto de tres conocidas editoriales plantean muy pocas actividades diseñadas a partir de las situaciones cotidianas de los alumnos, mientras que en el análisis llevado a cabo por Solbes, Montserrat y Furió (2007) el 87% no presenta ninguna relación ciencia-tecnología-sociedad. De hecho, el 38% de las personas encuestadas en el trabajo de López y Tamayo (2012) afirman que nunca han aplicado en la vida real el conocimiento adquirido durante las experiencias de laboratorio.

Según Álvarez (2007) el 70% de los estudiantes presentan críticas hacia los trabajos prácticos que realizan en el instituto, la mayoría de ella relacionadas con el trabajo excesivamente pautado y la falta de conexión con aspectos de la vida cotidiana, además de la ausencia de autonomía para llevarlos a cabo. En este aspecto, las actividades que se proponen en este TFM responderían a algunas de las demandas efectuadas por los alumnos, que en general reclaman mejorar tanto su temática como su diseño. De hecho, en el citado trabajo, los alumnos solicitan que las prácticas que realicen “sirvan para la vida” (p. 4), ya que normalmente las que llevan a cabo en el laboratorio escolar están totalmente desvinculadas de los problemas cotidianos del mundo exterior. Por otro lado, los estudiantes encuestados en dicho estudio afirman que el trabajo autónomo les resultaría más atractivo en cuanto a que favorece la creatividad, si bien reconocen que podría ser más complicado. Es en este tema donde se encuentra uno de los inconvenientes de esta propuesta de intervención, ya que en ausencia del profesor, a los alumnos les pueden surgir dudas que no podrán ser resueltas de forma inmediata, lo que puede dar lugar

a que el experimento no funcione. No obstante, se ha intentado solventar esta deficiencia mediante la conexión casi permanente a través de internet, en el espacio dedicado al desarrollo de esta actividad. De hecho, otras iniciativas utilizan *Facebook* u herramientas similares para facilitar el trabajo colaborativo entre alumnos y plantear dudas al profesor (Escudero y Dapía, 2014).

Otro inconveniente que señalan Escudero y Dapía (2014) es que los alumnos pueden presentar niveles muy diferentes de implicación con las tareas, lo que llevaría a distintos grados de aprovechamiento y de consecución de los objetivos que se plantean. Ante este problema, como ya se ha comentado, el uso de las TIC en general, y de las redes sociales en particular, podría fomentar la participación de todo el alumnado, añadiendo a la actividad un cierto componente de reto personal al querer mostrar ante los compañeros, en forma de fotografías, los resultados obtenidos.

Por otro lado, en lo referente a garantizar la seguridad e integridad física del alumno, la iniciativa puede aportar tanto aspectos positivos como negativos. En comparación a las prácticas en el laboratorio escolar, en el que normalmente un solo profesor tiene que controlar la seguridad de un grupo excesivamente numeroso de alumnos, el nivel de riesgo disminuye si las prácticas se realizan en casa. Sin embargo, en este ámbito no existe una persona especializada que vele por la seguridad del alumno, función que quedaría relegada a los padres del mismo. No obstante, dicho inconveniente se ha intentado soslayar diseñando unas prácticas en las que no es necesario ningún reactivo ni aparato peligroso (salvo en un caso donde se tiene que aplicar calor, nivel de riesgo aceptable considerando la edad de los alumnos). Aun así, un decálogo de normas básicas de seguridad podría ser redactado y distribuido entre los alumnos.

Otra de las ventajas principales que aporta este modo de concebir las prácticas, frente a la utilización clásica del laboratorio escolar, es el abaratamiento de costes. Son varios los autores que citan este inconveniente (Insausti y Merino, 2000; López y Tamayo, 2012). Por otro lado, el grado de libertad y autonomía del alumno para decidir en qué momento de su tiempo libre realizar la práctica, dota al profesor de más tiempo para poder dedicarlo a otras tareas docentes.

A modo de reflexión final, este TFM podría hacer ver a los alumnos, a través de la extrapolación de las experiencias sencillas que han realizado a ámbitos de mayor envergadura, que el verdadero valor de la ciencia reside en la mente del buen científico, teniendo una menor importancia los medios materiales que pueda utilizar para alcanzar el conocimiento.

9. CONCLUSIONES

Tras haber llevado a cabo la revisión bibliográfica, el análisis de la situación educativa para detectar el problema y la propuesta de un programa de intervención que contribuya a solucionarlo, se pueden extraer las siguientes conclusiones:

- Las prácticas de laboratorio se consideran, en general, imprescindibles en los procesos de enseñanza-aprendizaje de la materia de Biología y Geología, dada la dimensión educativa especial que aportan al alumnado.
- La realización de prácticas de laboratorio se ve frecuentemente dificultada por varios factores, como son el elevado número de alumnos por aula, la excesiva extensión de los currículos o la falta de recursos materiales adecuados.
- Las prácticas más valiosas son aquellas que conectan los aprendizajes con sus aplicaciones en la vida cotidiana, aspecto que además incrementa la motivación e implicación del estudiante.
- Para un mayor aprovechamiento de las prácticas, se debe abandonar el modelo de “receta de cocina” para darle un enfoque más investigativo, favoreciendo la reflexión del alumno, la formulación de hipótesis y su participación en el diseño experimental.
- La alternativa propuesta aporta una visión más integradora de las actividades prácticas en el día a día del estudiante y sus familias, apoyada en el movimiento de ciencia recreativa y con una perspectiva de ciencia-tecnología-sociedad.
- La propuesta de intervención evita algunos de los problemas inherentes a las prácticas en el laboratorio escolar, abaratando costes y permitiendo al profesor emplear su tiempo en otras tareas docentes.
- El programa planteado fomenta la exposición pública de los resultados así como el intercambio de experiencias entre los alumnos, lo que puede ayudar a despertar vocaciones científicas.
- Las prácticas en casa contribuirán a la adquisición de varias de las competencias clave exigidas en el nuevo marco legislativo de la LOMCE, así como de contenidos curriculares obligatorios de la materia de Biología y Geología.

10. LIMITACIONES Y PROSPECTIVA

Dadas las características de este Trabajo Fin de Máster, la investigación ha contado con diversas limitaciones que deberían tenerse en cuenta en futuros trabajos. La más importante de ellas hace referencia al escaso tiempo del que se ha dispuesto para llevarlo a cabo, lo que ha condicionado tanto el tamaño muestral como la profundización en algunos aspectos que podrían ser relevantes.

Concretamente, el análisis de la situación educativa llevada a cabo en este TFM se ha reducido a un único centro y de pequeñas dimensiones, por lo que los resultados se limitan a la participación de cuatro profesores que imparten la materia de Biología y Geología. Estadísticamente, este dato tiene muy poca relevancia, y no puede asegurarse que sea extrapolable al conjunto de la población. El estudio podría ampliarse a varios centros, de distinta naturaleza (públicos, concertados y privados) e incluso extenderse a profesores de la especialidad de Física y Química, dado su carácter experimental. Del mismo modo, podría tenerse en cuenta la opinión de los alumnos, con el objetivo de caracterizar desde otros puntos de vista el papel de las prácticas de laboratorio en los procesos de enseñanza-aprendizaje de las ciencias. También hay que resaltar que el diseño de un cuestionario más completo hubiera permitido ampliar la información recogida, de manera que el estado de esta cuestión educativa pudiese ser más exhaustivamente comprendido.

Por otro lado, este TFM se ha centrado en proponer prácticas para 1º y 3º de la ESO, si bien podrían desarrollarse otras para 4º e incluso para 1º de Bachillerato. Así mismo, el número de prácticas adaptadas en este TFM ha sido de cinco por curso, aunque sería posible plantear muchas más, intentando abarcar prácticamente todos los contenidos especificados en el currículum.

Por último, la implantación de esta propuesta de intervención no se ha hecho efectiva, por lo que tampoco se ha podido llevar a cabo, desde un punto de vista empírico, la evaluación de su puesta en práctica. No obstante, este hecho abre la puerta a posibles investigaciones futuras, ya que sería necesario demostrar si esta alternativa proporciona una ventaja educativa real tanto a alumnos como profesores.

Siguiendo con esta prospectiva, una buena opción sería estudiar si la realización de estas actividades lleva consigo un incremento en el interés por la ciencia, así como un mayor compromiso con el movimiento de ciencia-tecnología-sociedad. Así, un análisis a nivel actitudinal, además del puramente conceptual, podría resultar interesante. Por otra parte, se propone la posibilidad de evaluar otras alternativas a las prácticas de laboratorio como los talleres científicos los fines de semana o la creación de centros para la divulgación de las ciencias en edad infantil o juvenil.

11. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alaminos, A., Castejón, J.L. (2006). *Elaboración, análisis e interpretación de encuestas, cuestionarios y escalas de opinión*. Alcoy: Marfil.
- Álvarez, S.M. (2007). Cómo desean trabajar los alumnos en el laboratorio de Biología. Un acercamiento a las propuestas didácticas actuales. *Revista Iberoamericana de Educación*, 42(7), 1-13.
- Banet, E. (2007). Finalidades de la educación científica en secundaria: opinión del profesorado sobre la situación actual. *Enseñanza de las Ciencias*, 25(1), 5-20.
- Barberá, O., Valdés, P. (1996). El trabajo práctico en la enseñanza de las ciencias: una revisión. *Enseñanza de las ciencias*, 14(3), 365-379.
- Blanco, A. (2004). Relaciones entre la educación científica y la divulgación de la ciencia. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 1(2), 70-86.
- Caamaño, A. (2009). Los trabajos prácticos en ciencias. En Jiménez, M.P. (coord.). *Enseñar ciencias*. Barcelona: Editorial Graó.
- Caamaño, A. (1992). Los trabajos prácticos en ciencias experimentales. Una reflexión sobre sus objetivos y una propuesta para su diversificación. *Aula de innovación educativa*, 9, 61-68.
- Campanario, J.M., Moya, A. (1999). ¿Cómo enseñar ciencias? Principales tendencias y propuestas. *Enseñanza de las Ciencias*, 17(2), 179-192.
- Carbo, K.L, Estrada, R.E. (2012). *Estructuración de un manual de estrategias metodológicas para la práctica de disección y el desarrollo de destrezas procedimentales en el área de ciencias naturales de los estudiantes de la U.T.C. durante el periodo 2011-2012*. (Tesis inédita de Grado). Universidad Técnica de Cotopaxi, Latacunga, Ecuador.
- Carrascosa, J. (1995). La seguridad en el laboratorio. *Alambique: Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 2(4), 99-105.
- Carretero, M.B. (2010). Nuestro centro como espacio divulgador de ciencia. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 7(1), 127-136.
- Chevallard, I. (1997). *La transposición didáctica. Del saber sabio al saber enseñado*. Buenos Aires: Aique.
- Claxton, G. (1994). *Educación de mentes curiosas. El reto de la ciencia en la escuela*. Madrid: Visor.
- Comisión Europea. (2005). Europeans, Science and Technology. *Report Special Eurobarometer*, 224.
- Corno, L. (2000). Looking at homework differently. *Elementary School Journal*, 100(5), 529.

- Departamento General de Salud Pública y Alimentación. Comunidad de Madrid. (2008). *Estudio de los contenidos del tabaco*. Recuperado de http://www.madrid.org/cs/Satellite?c=Page&cid=1354336161342&pagenam e=PortalSalud%2FPage%2FP TSA_pintarContenidoFinal
- DeWalt, K.M., DeWalt, B.R. (2002). *Participant observation: a guide for fieldworkers*. Walnut Creek, CA: AltaMira Press.
- Domin, D.S. (1999). A review of laboratory instruction styles. *Journal of Chemical Education*, 76(4), 543-547.
- Escudero, R., Dapía, M. D. (2014). Ciencia más allá del aula. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 11(2), 245-253.
- Fensham, P. (1985). Science for all: a reflexive essay. *Journal of Curriculum Studies*, 17(4), 415-435.
- Fernández, R., Casal, M. (1995). La enseñanza de la ecología. Un objetivo de la educación ambiental. *Enseñanza de las Ciencias*, 13(3), 295-311.
- Flores, J., Caballero, 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), 75-111.
- Fuentes, B., García, F. J. (2010). El alumnado, el gran héroe en pequeños trabajos de investigación. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 7(1), 93-106.
- Furió, C., Payá J., Valdés P. (2005) ¿Cuál es el papel del trabajo experimental en la educación científica? En Gil, D. y cols. *¿Cómo promover el interés por la cultura científica?*, 81-102. Santiago de Chile: Unesco.
- García, M., Hoyas, E. (2015). *Biología y Geología. 3 ESO*. Madrid: Edelvives.
- García-Barros, S., Martínez-Losada, C. (2003). Análisis del trabajo práctico en textos escolares de primaria y secundaria. *Enseñanza de las Ciencias*, nº extra, 5-16.
- García-Borrás, F.J. (2005). La serie C.S.I. como metáfora de algunas facetas del trabajo científico. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 2(3), 374-387.
- García-Herrero, J.L. (2014). Conocimientos astronómicos del profesorado de Educación Secundaria Obligatoria y preferencias para la enseñanza de la Astronomía. *Enseñanza & Teaching*, 1, 161-198. doi: <http://dx.doi.org/10.14201/et2014321161198>
- García-Molina, R. (2011). Ciencia recreativa: un recurso didáctico para enseñar deleitando. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 8(nº extraordinario), 370-392.

- Girón, J.; Blanco, A. y Lupión, T. (2014). Análisis crítico de la publicidad de un producto alimentario. Una experiencia con alumnos de 3º de ESO. En Heras M.; Lorca, A.; Vázquez, B.; Wamba, A. y Jiménez, R. (Coords.). *Investigación y transferencia para una educación en ciencias: Un reto emocionante* (18-25). Huelva: Universidad de Huelva.
- González-Carmona, A. (2010). La importancia de las prácticas de laboratorio en la Biología y Geología y posibilidades para su desarrollo y evaluación. *Revista Digital Innovación y Experiencias Educativas*, 28, 1-10.
- González-Tornaría, M.L, Guerra, A., Prato, S., Barrera, P. (2009). Los deberes escolares en el marco de las relaciones familia-escuela. *Ciencias Psicológicas*, 3(2), 219-224.
- Guzmán, M.D. (2008). Grandes experimentos para pequeños exploradores. *Revista Digital Ciencia y Didáctica*, 1, 25-31.
- Hodson, D. (1994). Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. *Enseñanza de las ciencias*, 12(3), 299-313.
- Hofstein, A., Lunetta, V. N. (1982). The role of the laboratory in science teaching: Neglected aspects of research. *Review of Educational Research*, 52(2), 201–217.
- Insausti, M.J., 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.
- Izquierdo, M., Sanmartí, N., Espinet, M. (1999). Fundamentación y diseño de las prácticas escolares experimentales. *Enseñanza de las Ciencias*, 17(1), 45-49.
- Jaén, M., García-Estañ, R. (1997). Una revisión sobre la utilización del trabajo práctico en la enseñanza de la geología. Propuestas de cambio. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 5(2), 107-116.
- Kawulich, B.B. (2006). La observación participante como método de recolección de datos. *Forum Qualitative Sozialforschung / Forum: Qualitative Social Research*, 6(2), Art. 43. Recuperado de <http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:0114-fqs0502430>
- Kirshner, P.A. (1992). Epistemology, practical work and academic skills in science education. *Science y Education*, 1, 273-299.
- Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la *Mejora de la Calidad Educativa*. Publicado en el BOE 10/12/2013.
- Likert, R. (1932). *A technique for the measurement of attitudes*. *Archives of Psychology*. New York: Columbia University Press.

- Lock, R. (1990) Open-ended, problem-solving investigations—What do we mean and how can we use them?. *School Science Review*, 71, 63-72.
- López, A.M., Tamayo Ó.E. (2012). Las prácticas de laboratorio en la enseñanza de las ciencias naturales. *Revista Latinoamericana de Estudios educativos*, 8(1), 145-166.
- Márquez, F., Mora, A. (2015). *Biología y Geología. 1 ESO*. Madrid: Edelvives.
- Martinez, M.E., Haertel, E. (1991). Components of interesting science experiments. *Science Education*, 75(4), 471-479.
- Martínez, M.M., Martín, R., Rodrigo, M., Varela, M.P., Fernández, M.P., Guerrero, A. (2001). ¿Qué pensamiento profesional y curricular tienen los futuros profesores de ciencias de secundaria? *Investigación didáctica*, 19(1), 67-87.
- Mellado, V. (1996). Concepciones y prácticas de aula de profesores de ciencias, en formación inicial de primaria y secundaria. *Investigación y experiencias didácticas*, 14(3), 289-302.
- Mena, D., Pina, J.A. (2012). Necesidades de Educación para la Salud en el Segundo Ciclo de Educación Secundaria Obligatoria. *Enfermería global*, 11(26), 102-116.
- Murphy, C., Beggs, J. (2003). Children's perceptions of school science. *School Science Review*, 84(308), 109-116.
- OCDE. (2000). *Proyecto PISA. La medida de los conocimientos y destrezas de los alumnos: un nuevo marco de evaluación*. Madrid: MEC-DE-INCE.
- Oliva, J.M., Acevedo, J.A. (2005). La enseñanza de las ciencias en primaria y secundaria hoy. Algunas propuestas de futuro. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 2(2), 241-250.
- Pedrinaci, E., Gil, C., Pascual, J.A., Hidalgo, A.J. (2015a). *Biología y Geología. 1 ESO*. Madrid: SM.
- Pedrinaci, E., Gil, C., Pascual, J.A., Hidalgo, A.J. (2015b). *Biología y Geología. 3 ESO*. Madrid: SM.
- Prieto, T., España, E., Martín, C. (2012). Algunas cuestiones relevantes en la enseñanza de las ciencias desde una perspectiva Ciencia-Tecnología-Sociedad. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 9(1), 71-77.
- Ramos, M.A., Colondrón, A., González, G., Serrano, B., Ventureira, E. (2015). *Biología y Geología. 1 ESO*. Madrid: McGraw-Hill.
- Ramos, M.A., Colondrón, A., González, G., Ventureira, E. (2015). *Biología y Geología. 3 ESO*. Madrid: McGraw-Hill.

- Real Academia Española. (2001). *Diccionario de la lengua española* (22.^aed.). Consultado en <http://www.rae.es/rae.html>
- Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el *currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato*. Publicado en el BOE 03/01/2015.
- Reid, D.J., Hodson, D. (1997). *Ciencia para todos en secundaria*. Madrid: Narcea de Ediciones S.A.
- Reigosa, C. (2012). Un estudio de caso sobre la comunicación entre estudiantes en el laboratorio escolar. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 11(1), 98-119.
- Rennie, L., Fecher, E., Dierking, L., FALK, J. (2003). Toward an agenda for advancing research on science learning in out-of-school settings. *Journal of Research in Science Teaching*, 40(2), 112-120.
- Resolución de 20 de marzo de 2015, del Director General de Ordenación Académica, por la que se someten a *información pública los proyectos de orden de la Consejera de Educación, Universidad, Cultura y Deporte, por los que se aprueban los currículos de la Educación Secundaria Obligatoria y de Bachillerato y se autoriza su aplicación en los centros docentes de la Comunidad Autónoma de Aragón*. Publicado en el BOA 26/03/2015. Consultado en <http://www.educaragon.org/noticias/noticias.asp>
- Rocard, M. (coord.) (2007) *Science education Now: A renewed Pedagogy for the future of Europe*. Belgium: European Communities. Resumen en *Alambique*, 55, 104-117.
- Ruiz, J. (2009). Actividades de motivación-participación como aplicación didáctica en física y química y ciencias de la naturaleza para la Educación Secundaria Obligatoria. *Revista digital Innovación y Experiencias Educativas*, 21, 1-8.
- Solbes, J. (2011). ¿Por qué disminuye el alumnado de ciencias? *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 67, 53-61.
- 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.
- Tamir, P., García, M.P. (1992). Características de los ejercicios de prácticas de laboratorio incluidos en los libros de texto de ciencias utilizados en Cataluña. *Enseñanza de las Ciencias*, 10(1), 3-12.
- Tenreiro-Vieira, C., Marques-Vieira, R. (2006). Diseño y validación de actividades de laboratorio para promover el pensamiento crítico de los alumnos. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 3(3), 452-466.

12. ANEXOS

12.1. Anexo I

Modelo de ficha de observación en el aula.

1. Fecha:
2. Curso:
3. Materia:
4. Unidad Didáctica:
5. Actividades que se realizan en el aula (*resolución de problemas, experiencias ilustrativas, debates, visionado de videos, actividades de manipulación, etc.*)
.....
.....
.....
6. Actividades que se realizan en el laboratorio (*experiencias, experimentos ilustrativos, ejercicios prácticos, pequeñas investigaciones, etc.*)
.....
.....
.....
7. Actividades que se realizan fuera del aula (*salidas al campo, toma de muestras, visitas a museos o similares, etc.*)
.....
.....
.....

12.2. Anexo II

Modelo de cuestionario para el profesorado.

1. ¿En qué medida cree Ud. que las prácticas de laboratorio son necesarias para un completo aprendizaje de la Biología y Geología en Educación Secundaria? *Valore de 1 (nada necesarias) a 5 (muy necesarias) según considere.*
2. ¿Cuántas prácticas de laboratorio realiza Ud. con sus alumnos? *Marque con una X la opción que más se ajuste.*
 - ☐ No realizo ninguna práctica de laboratorio
 - ☐ Menos de las que me gustaría
 - ☐ Realizo el número justo de prácticas que considero necesarias
 - ☐ Muchas, intento fijar todos los conceptos y ampliarlos a través de la experimentación
3. ¿Qué obstáculos se encuentra Ud. a la hora de llevar a cabo prácticas de laboratorio con sus alumnos? *Marque con una X las opciones que considere.*
 - ☐ Falta de tiempo para impartir todo el temario
 - ☐ Falta de tiempo para preparar las prácticas (revisión del material, montaje, etc.)
 - ☐ Escasa disponibilidad horaria del laboratorio
 - ☐ Número excesivo de alumnos por aula
 - ☐ Falta de recursos (material de laboratorio, reactivos, etc.)
 - ☐ Otros. *Indique cuáles:*.....
4. ¿Considera Ud. que la realización de prácticas de laboratorio es una actividad que resulta motivadora para los alumnos? *Valore de 1 (nada motivador) a 5 (muy motivador) según considere.*
5. ¿Cree Ud. necesaria la introducción de mejoras que permitan realizar más actividades de experimentación a los alumnos? *Valore de 1 (nada necesarias) a 5 (muy necesarias) según considere.*

12.3. ANEXO III

Fichas de prácticas en casa para Biología y Geología de 1º de ESO

PRÁCTICA 1

Lunas y sombras

- “Las noches de luna llena nacen más niños”, “córtate el pelo en cuarto creciente para que te crezca más rápido”, “siempre fertilizo mis cultivos en cuarto menguante”... ¿Has oído alguna vez alguna de estas frases? Desde su origen, la Luna afecta a la dinámica terrestre, pero en realidad... ¡son puras supersticiones! ¿Y los eclipses? Los cuerpos celestes juegan al escondite y, a veces, la sombra que proyecta uno tapa al otro. Seguro que has observado que tu sombra va cambiando a lo largo del día y que no es igual en invierno que en verano. ¿Qué información oculta guardan las sombras?

Experimenta

- ¿Qué necesitas?
- Una caja de zapatos
- 2 bolas de porexpan medianas
- Un globo terrestre
- Un hilo
- Un palillo largo
- Tijeras
- Una linterna
- Pintura negra
- ¡A por ello! **1)** Pinta de negro el interior de la caja. Recorta una ventana circular en cada uno de los 4 lados. Cuelga la bola de la tapa. Coloca una linterna en uno de los lados estrechos. **2)** Ilumina el globo terráqueo con una linterna y mueve la bola pinchada en el palillo para recrear los distintos tipos de eclipses. Este vídeo te ayudará (<https://www.youtube.com/watch?v=MqVsaU3dVUo&list=UU7gbkiT9el-1wGdpvy4czQ>). **3)** Con la habitación en penumbra, mide la sombra de un objeto (por ejemplo una botella) iluminando desde distintos ángulos.

¿Qué está pasando aquí?

- Asocia cada fase lunar a lo que ves por las ventanitas.
- ¿Quién oculta a quién en un eclipse solar? ¿Y en un eclipse de luna?
- Relaciona las posiciones de la linterna con los periodos del día. ¿En qué momento la sombra es mayor? ¿Qué diferencia hay entre la sombra de un mediodía de verano y la de un mediodía de invierno?

PRÁCTICA 2

Agua y aire

- ¿Te has planteado alguna vez cómo funciona una olla a presión? ¿Sabías que en la cumbre del Aneto el agua hierve a 90°C en lugar de a 100? Aunque no nos lo parezca, el aire pesa, y el peso del aire sobre la Tierra se llama presión atmosférica. Por cierto...el famoso efecto invernadero ¿es malo o bueno para la vida en el planeta?

Experimenta

- ¿Qué necesitas?
 - Una copa , un vaso grande y otro más pequeño (que quepa uno dentro del otro), y un bol transparente
 - Una lámina de plástico rígido
 - Agua
 - Una fuente de calor (CUIDADO)
 - Colorante alimenticio
 - Un termómetro
- ¡A por ello! **1)** Llena la copa con agua hasta que rebose. Coloca la lámina de plástico tapando la copa, sin que queden burbujas. ¿Puedes conseguir darle la vuelta a la copa sin que caiga el agua? Repite el experimento llenando el vaso solo hasta la mitad. **2)** Llena el vaso pequeño con agua teñida con colorante alimenticio y viértela sobre el grande. Deja el vaso pequeño , boca abajo, dentro del grande. Calienta durante un par de minutos y observa las burbujas que se forman. Sácalo del fuego y déjalo sobre la encimera. A los pocos segundos, el líquido subirá por el recipiente pequeño, desafiando a la gravedad. **3)** Llena 2 vasos hasta la mitad con agua y cubre uno de ellos con un bol. Déjalos al sol durante media hora y después mide la temperatura del agua en cada caso. Repítelo encima del césped.

¿Qué está pasando aquí?

- ¿Qué es lo que impide caer el agua en el primer experimento? ¿Qué ocurre en el segundo caso?
- Las burbujas no se forman porque el agua esté hirviendo, sino porque el aire del vaso pequeño se dilata y sale expulsado. ¿Qué ocurre para que el líquido, al enfriarse, ocupe el vaso pequeño?
- ¿Existen diferencias de temperatura? ¿Cómo influye la vegetación en el efecto invernadero?

PRÁCTICA 3

La primavera...a las plantas altera

- En primavera la vida renace: el campo se llena de flores y los árboles empiezan a dar sus frutos. Pero, ¿conoces todo lo que se esconde en su interior? ¿Te crees capaz de cambiar el color de una flor? ¿Conseguirás ayudar a traer al mundo a un ser vivo? Solo tienes que tener cuidado con las condiciones de temperatura y humedad y lo conseguirás. Investiga el reino de las plantas sin salir de tu cocina y tu jardín.

Experimenta

- ¿Qué necesitas?
 - Un clavel u otra flor de color blanco
 - Legumbres (lentejas, judías, garbanzos, habas...)
 - Frutas (manzana, pera, naranja, kiwi...)
 - Cuchillo
 - Colorante alimenticio
 - Tinta de bolígrafo
 - Tarro transparente
 - Algodón
- ¡A por ello! **1)** Analiza los frutos que has escogido. Sobre un fondo oscuro, realiza fotografías en vista superior y de perfil. Repite las fotos con secciones transversales y longitudinales. **2)** Coloca varias semillas en un tarro y tapalas con un algodón humedecido. Déjalo a temperatura ambiente en un lugar ventilado y luminoso. Haz un seguimiento del proceso. **3)** Sumerge el tallo del clavel en un vaso con agua teñida con tinta o colorante alimenticio. Observa los resultados pasadas 24 horas.

¿Qué está pasando aquí?

- Sitúa los ovarios y la disposición de las semillas en los frutos observados.
- ¿Qué semillas germinan antes? Documenta mediante imágenes los tropismos que detectes.
- ¿Mediante qué mecanismo ha obtenido la planta su llamativo color? ¿Qué sustancias transporta la planta, en su medio natural, mediante el mismo sistema?

PRÁCTICA 4

Pan y champiñones

- Bienvenido al reino de los hongos. ¿Te gusta comer setas? ¡Qué ricas están a la plancha o en revuelto! ¿Y el queso azul? Seguro que en tu familia hay tantos fans como detractores. Hablando de comida...qué fastidio cuando un alimento se estropea y tenemos que tirarlo, ¿verdad? ¿A qué se debe su mal aspecto? ¡Esto hay que descubrirlo!

Experimenta

- ¿Qué necesitas?
 - Un pedazo de pan
 - Una mandarina o naranja
 - Un champiñón
 - Un bote de vidrio
 - Una cartulina blanca
 - Tijeras
- ¡A por ello! **1)** Introduce un trozo de pan ligeramente humedecido en un bote de vidrio. Mantenlo en un lugar cálido durante unos días. Observa y documenta lo sucedido. **2)** Repite el experimento partiendo de una naranja o mandarina que haya sufrido algún golpe. **3)** Realiza un agujero en la parte central de una cartulina en el que pueda insertarse el pie de un champiñón. Apoya el sistema en un vaso con agua, de manera que el extremo del pie quede sumergido. A los 4 días, retira con cuidado el champiñón y observa lo que ha quedado en la cartulina.

¿Qué está pasando aquí?

- ¿Qué microorganismo ha proliferado en el pan o la naranja? ¿Su presencia en un alimento es siempre un indicador de que se encuentra en mal estado?
- Si tienes una lupa, útilízala para observar su estructura en detalle. Dibújala.
- ¿Qué son las estructuras de color negro que se han depositado sobre la cartulina? ¿Dónde se forman?

PRÁCTICA 5

El suelo que pisamos

- ¿Alguna vez has pensado que un día de picnic o de excursión en bicicleta son excelentes oportunidades para trabajar como un verdadero científico? Puedes aprovechar estas salidas para recolectar muestras naturales de muchos tipos: suelo, rocas, aguas, pequeños insectos, hojas, etc. Después en casa puedes analizarlas y descubrir muchas cosas de los parajes que te rodean. Por ejemplo, ¿sabes por qué el campo de fútbol de tu pueblo se encharca cuando llueve impidiéndote jugar, mientras que el del pueblo vecino permanece en condiciones aceptables?

Experimenta

- ¿Qué necesitas?
 - Agua, arena, harina, aceite y canicas o piedras pequeñas
 - Una botella de plástico pequeña
 - Embudo
 - Papel de filtro o gasa
 - 2 muestras de suelo distintas
 - Agua de una laguna o charco
 - 2 botes de cristal
 - Un cubo oscuro
- ¡A por ello! **1)** Pon en una botella agua, arena, harina, aceite y canicas. Mézclalo todo bien y luego espera a que se separen los distintos componentes. **2)** Añade la misma cantidad de cada muestra de suelo a un embudo con filtro. Vierte el mismo volumen de agua y cronometra lo que tarda en filtrarse la primera gota. **3)** Llena los dos botes con la misma cantidad de agua de la laguna o charco. Cubre uno de ellos con un cubo oscuro y déjalos 10 días al sol. Observa los resultados.

¿Qué está pasando aquí?

- ¿Qué material queda al fondo? ¿Cuál queda más arriba? ¿Qué propiedad hace que los materiales se separen? Establece un paralelismo con la estructura de la Tierra.
- Refleja en una tabla los resultados obtenidos. ¿Qué suelo es más permeable? ¿Qué problemas podrá ocasionar un suelo poco permeable?
- ¿Qué diferencias encuentras entre el agua de un bote y la del otro? ¿En cuál de ellos podría vivir un pez?

12.4. Anexo IV

Fichas de prácticas en casa para Biología y Geología de 3º de ESO

PRÁCTICA 1

Ciencia en la cocina

- La lechuga para la cena está mustia, ¿qué hacemos? El truco de la abuela es ponerla en remojo unos minutos. Qué rico está el jugo que desprenden las fresas cuando las dejamos en un recipiente con azúcar ¿verdad? ¿Alguna vez te has hecho una herida y te han aplicado yodo para curártela? Lo que nunca hubieras imaginado es que podemos detectar un fraude alimenticio con él. Y por último, ¿por qué nos cae una reprimenda cuando nos manchamos con aceite?

Experimenta

- ¿Qué necesitas?
 - Alimentos (patatas, jamón de york, palitos de cangrejo, chopo, harina, lechuga, fresas, sal, azúcar...)
 - Yodo para las heridas
 - Recipientes de cocina (platos, boles o similares)
 - Una hoja de papel
- ¡A por ello! **1)** Corta los alimentos en láminas finas y añade una gota de yodo. Si éste cambia de color amarillo a negro indica la presencia de almidón. **2)** Añade unas gotas de aceite sobre una hoja de papel o frotala con manteca de cerdo. ¡La mancha no desaparece aunque la dejemos secar! **3)** Pon una hoja de lechuga en un recipiente con agua (hipotónica) y en otro con agua y 4 cucharadas de sal (hipertónica). Puedes probar también con otras verduras. Observa los resultados al día siguiente.

¿Qué está pasando aquí?

- ¿Qué alimentos contienen almidón? ¿Puede ser esto un indicador de la calidad del alimento?
- ¿Qué tipo de biomolécula es la responsable de la mancha?
- A partir de los resultados obtenidos, ¿qué sustancia se desplaza cuando ponemos fresas y azúcar en un bol? ¿Cómo cambia la concentración de azúcar? ¿Cómo se llama el proceso que está ocurriendo a nivel celular?

PRÁCTICA 2

Somos lo que comemos

- Seguro que más de una vez has escuchado esta frase, enunciada por Hipócrates hace unos 2400 años. Pero... ¿con qué frecuencia lees la etiqueta de tu bollo favorito antes de comprarlo? ¿sabes los ingredientes que contiene? ¿y los nutrientes que lo componen? ¿podemos saber si un producto es bueno para la salud analizando su etiqueta?

Experimenta

- ¿Qué necesitas?
 - Etiquetas de alimentos
 - Cuaderno o similar, bolígrafo, pegamento
 - Calculadora
- ¡A por ello! **1)** Recolecta etiquetas o envases de todo tipo de alimentos que tengas en tu despensa. **2)** Recorta las etiquetas, pégalas en el cuaderno y señala: ingredientes, instrucciones de conservación, valor nutricional, fecha de consumo preferente, nº de lote, identificación de la empresa, peso neto del producto y código de barras. **3)** Elabora una tabla en la que indiques el contenido nutricional (carbohidratos grasas y proteínas), así como el valor energético.

¿Qué está pasando aquí?

- ¿Todos los alimentos estudiados contienen en su etiqueta la información mínima que debe aparecer?
- ¿Cuál es el alimento más rico en cada uno de los nutrientes? ¿Cuál aporta más energía?
- ¿Cómo combinarías los alimentos estudiados en una dieta saludable?

PRÁCTICA 3

Pulmones como globos

- ¿Hinchar 100 globos? ¡No tengo pulmones para eso! Pero...¿os habeis fijado en las semejanzas entre globos y pulmones? Seguro que alguna que otra vez habeis tenido hipo y habeis tomado 7 sorbos de agua o contenido la respiración para que desapareciera. Sin embargo, puede que no se os haya ocurrido intentar presionar el nervio que acciona el diafragma, músculo que, al contraerse descontroladamente, causa este molesto fenómeno. Para terminar, contadles a los fumadores que el tabaco desprende al quemarse ¡más de 4000 sustancias que permanecen en sus pulmones! ¡Quizás con ese dato dejan de fumar!

Experimenta

- ¿Qué necesitas?
 - Una botella de plástico
 - Dos pajitas
 - Dos globos pequeños
 - Un guante de látex
 - Cinta aislante
 - Plastilina
 - Tijeras
- ¡A por ello! **1)** Corta la botella por la mitad y quédate con la parte superior. **2)** Fija cada globo, con cinta aislante, en el extremo de una pajita. Haz un agujero en el tape de la botella e introduce las pajitas. Pon plastilina tapando el agujero. Tapa el otro extremo de la botella con el guante de látex. Fijalo con cinta aislante. **3)** Tira del guante hacia abajo y observa lo que ocurre. Luego vuelve a soltar el guante.

¿Qué está pasando aquí?

- ¿Qué parte del aparato respiratorio representa la botella, las pajitas, los globos y el guante?
- Respecto a la botella, ¿refleja bien el funcionamiento de la cavidad a la que representa?
- Imagina que las pajitas fueran rellenándose del alquitrán que produce el tabaco. ¿Afectaría esto al proceso representado?

PRÁCTICA 4

Imitación de sangre y nefrona

- En la serie "Erase una vez el cuerpo humano", los leucocitos se representaban como ejércitos de pequeños guerreros luchando contra las infecciones, ¿lo recuerdas? A menudo necesitamos crear paralelismos entre nuestras estructuras corporales, ocultas y de escala microscópica, y otras más conocidas, con el objetivo de imaginarnos sus acciones y comprender así su funcionamiento. ¿Te habías planteado que la sangre no es solo líquido, sino que contiene distintos tipos de células? ¿Podemos reproducir la filtración de la sangre que tiene lugar en el riñón?

Experimenta

- ¿Qué necesitas?
 - Abalorios rojos y blancos (o bolitas de plastilina o similar)
 - Tubo de ensayo o similar (puede ser un tubo de plástico y sellar el extremo con cinta aislante)
 - Una regla
 - Una botella de plástico
 - Tijeras
 - Un embudo
 - Un papel de filtro o una gasa
 - Agua teñida con colorante alimenticio (poco, para que quede ligeramente amarilla)
- ¡A por ello! **1)** Para elaborar un modelo de sangre introduce en el tubo un 42% de abalorios rojos y un 1% de abalorios blancos. Rellena el tubo con el líquido amarillo (58%). Pon la regla detrás del tubo para calcular los porcentajes. **2)** Para preparar el modelo de nefrona corta la botella por la mitad y quédate con la parte de abajo. Realiza un pequeño orificio en la parte inferior. Sitúa el embudo, con la gasa a modo de filtro, en la parte abierta de la botella. **3)** Filtra la sangre a través de la nefrona y observa lo que ocurre.

¿Qué está pasando aquí?

- ¿Qué representan los abalorios rojos y blancos? ¿Qué representa el líquido amarillo?
- ¿Qué parte de la nefrona representa el embudo? ¿Y el filtro?
- ¿Qué parte de la sangre se filtra y cuál queda retenida? Identifica los dos procesos que están teniendo lugar en la nefrona, explicando la importancia que tiene para el organismo cada una de las fases.

PRÁCTICA 5

Una isla en 3D

- ¿Te resulta complicado entender cómo se interpreta un mapa topográfico? ¡Es muy fácil! Sobre todo si eres aficionado al senderismo o montañismo, te será muy útil para saber si tendrás que invertir mucho esfuerzo en los desniveles o por el contrario el terreno es llano y te puedes llevar a tus amigos más inexpertos contigo.

Experimenta

- ¿Qué necesitas?
- Mapa topográfico sencillo (lo puedes buscar en internet o pedirle al profesor que te proporcione uno: una isla suele ser una opción fácil)
- Tijeras
- Pegamento
- Láminas de goma EVA de color azul, marrón y verde
- ¡A por ello! **1)** Imprime tantos mapas como curvas de nivel quieras representar (entre 5 y 10). Recortar una curva de nivel distinta en cada mapa. **2)** Marca con un lápiz el contorno de cada curva en una lámina de goma EVA y recórtalas. **3)** Apila todas las secciones, de manera ordenada, y pégalas.

¿Qué está pasando aquí?

- Observando la maqueta, ¿qué representan las curvas de nivel en un mapa topográfico?
- Si el punto más alto de la isla tuviera 1200 m, ¿cuál sería la equidistancia entre las curvas de nivel? Calcula la altura de otros picos de la isla.
- ¿Qué factores han podido causar este relieve?

12.5. Anexo V

Bloques de contenidos, criterios de evaluación y estándares de aprendizaje evaluables según la LOMCE.

1º ESO		
Bloque	Criterios de evaluación	Estándares de aprendizaje evaluables
2. La Tierra en el universo.	<p>5. Establecer los movimientos de la Tierra, la Luna y el Sol y relacionarlos con la existencia del día y la noche, las estaciones, las mareas y los eclipses.</p> <p>8. Analizar las características y composición de la atmósfera y las propiedades del aire.</p> <p>10. Reconocer la importancia del papel protector de la atmósfera para los seres vivos y considerar las repercusiones de la actividad humana en la misma.</p> <p>11. Describir las propiedades del agua y su importancia para la existencia de la vida.</p>	<p>5.1. Categoriza los fenómenos principales relacionados con el movimiento y posición de los astros, deduciendo su importancia para la vida.</p> <p>5.2. Interpreta correctamente en gráficos y esquemas, fenómenos como las fases lunares y los eclipses, estableciendo la relación existente con la posición relativa de la Tierra, la Luna y el Sol.</p> <p>8.1. Reconoce la estructura y composición de la atmósfera.</p> <p>8.3. Identifica y justifica con argumentaciones sencillas, las causas que sustentan el papel protector de la atmósfera para los seres vivos.</p> <p>10.1. Relaciona situaciones en los que la actividad humana interfiera con la acción protectora de la atmósfera.</p>
3. La biodiversidad en el planeta Tierra.	<p>3. Reconocer las características morfológicas principales de los distintos grupos taxonómicos.</p> <p>7. Determinar a partir de la observación las adaptaciones que permiten a los animales y a las plantas sobrevivir en determinados ecosistemas.</p> <p>9. Conocer las funciones vitales de las plantas y reconocer la importancia de estas para la vida.</p>	<p>3.1. Aplica criterios de clasificación de los seres vivos, relacionando los animales y plantas más comunes con su grupo taxonómico.</p> <p>7.2. Relaciona la presencia de determinadas estructuras en los animales y plantas más comunes con su adaptación al medio.</p> <p>9.1. Detalla el proceso de la nutrición autótrofa relacionándolo con su importancia para el conjunto de todos los seres vivos.</p>

6. Los ecosistemas.	<p>1. Diferenciar los distintos componentes de un ecosistema.</p> <p>4. Analizar los componentes del suelo y esquematizar las relaciones que se establecen en ellos.</p>	<p>1.1. Identifica los distintos componentes de un ecosistema.</p> <p>4.1. Reconoce que el suelo es el resultado de la interacción entre los componentes bióticos y abióticos, señalando alguna de sus interacciones.</p>
---------------------	--	---

Tabla 4: Descripción de los criterios de evaluación y los estándares de aprendizaje evaluables correspondientes a cada numeración de las prácticas de 1º ESO.

3º ESO		
Bloque	Criterios de evaluación	Estándares de aprendizaje evaluables
4. Las personas y la salud. Promoción de la salud.	<p>1. Catalogar los distintos niveles de organización de la materia viva: células, tejidos, órganos y aparatos o sistemas y diferenciar las principales estructuras celulares y sus funciones.</p> <p>2. Diferenciar los tejidos más importantes del ser humano y su función.</p> <p>9. Investigar las alteraciones producidas por distintos tipos de sustancias adictivas y elaborar propuestas de prevención y control.</p> <p>11. Reconocer la diferencia entre alimentación y nutrición y diferenciar los principales nutrientes y sus funciones básicas.</p> <p>12. Relacionar las dietas con la salud, a través de ejemplos prácticos.</p> <p>13. Argumentar la importancia de una buena alimentación y del ejercicio físico en la salud.</p> <p>14. Explicar los procesos fundamentales de la nutrición, utilizando esquemas gráficos de los distintos aparatos que intervienen en ella.</p>	<p>1.2. Diferencia los distintos tipos celulares, describiendo la función de los orgánulos más importantes.</p> <p>2.1. Reconoce los principales tejidos que conforman el cuerpo humano, y asocia a los mismos su función.</p> <p>9.1. Detecta las situaciones de riesgo para la salud relacionadas con el consumo de sustancias tóxicas y estimulantes como tabaco, alcohol, drogas, etc., contrasta sus efectos nocivos y propone medidas de prevención y control.</p> <p>11.2. Relaciona cada nutriente con la función que desempeña en el organismo, reconociendo hábitos nutricionales saludables.</p> <p>12.1. Diseña hábitos nutricionales saludables mediante la elaboración de dietas equilibradas, utilizando tablas con diferentes grupos de alimentos con los nutrientes principales presentes en ellos y su valor calórico.</p> <p>13.1. Valora una dieta equilibrada para una vida saludable.</p> <p>14.1. Determina e identifica, a partir de gráficos y esquemas, los distintos</p>

	<p>15. Asociar qué fase del proceso de nutrición realiza cada uno de los aparatos implicados en el mismo.</p> <p>17. Identificar los componentes de los aparatos digestivo, circulatorio, respiratorio y excretor y conocer su funcionamiento.</p>	<p>órganos, aparatos y sistemas implicados en la función de nutrición relacionándolo con su contribución en el proceso.</p> <p>15.1. Reconoce la función de cada uno de los aparatos y sistemas en las funciones de nutrición.</p> <p>17.1. Conoce y explica los componentes de los aparatos digestivo, circulatorio, respiratorio y excretor y su funcionamiento.</p>
<p>5. El relieve terrestre y su evolución.</p>	<p>1. Identificar algunas de las causas que hacen que el relieve difiera de unos sitios a otros.</p> <p>8. Indagar los diversos factores que condicionan el modelado del paisaje en las zonas cercanas del alumnado.</p> <p>10. Diferenciar los cambios en la superficie terrestre generados por la energía del interior terrestre de los de origen externo.</p>	<p>1.1. Identifica la influencia del clima y de las características de las rocas que condicionan e influyen en los distintos tipos de relieve.</p> <p>8.1. Indaga el paisaje de su entorno más próximo e identifica algunos de los factores que han condicionado su modelado.</p> <p>10.1. Diferencia un proceso geológico externo de uno interno e identifica sus efectos en el relieve.</p>

Tabla 5: Descripción de los criterios de evaluación y los estándares de aprendizaje evaluables correspondientes a cada numeración de las prácticas de 3º ESO.