



**Propuesta didáctica fundamentada  
para la enseñanza del Suelo en E.  
Secundaria mediante indagación y  
trabajos prácticos**

**Patricia González Alaminos  
TRABAJO FIN DE MÁSTER:**

# **Propuesta didáctica fundamentada para la enseñanza del Suelo en E. Secundaria mediante indagación y trabajos prácticos**



## **UNIVERSIDAD DE GRANADA**

**Máster en Profesorado de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanza de Idiomas.**

**Especialidad: Biología y Geología**

<b>El/la autor/a</b>	<b>V.B. Tutor/a</b>
<b>Fdo: Patricia González Alaminos</b>	<b>Fdo: Francisco Javier Carillo Rosúa</b>

Septiembre, 2.017

Imagen de la portada: Paleosuelo sobre cineritas cubierto por coluvión - Riotinto (Huelva, España). Tomado de [https://www.flickr.com/photos/banco\\_imagenes\\_geologicas/](https://www.flickr.com/photos/banco_imagenes_geologicas/)

## Agradecimientos

Tengo la necesidad de agradecer en este apartado a todas aquellas personas su colaboración y participación en el presente trabajo.

Empezando por mi tutor D. Francisco Javier Carrillo Rosúa, cuya disposición y ayuda proporcionada estos meses, ha dado como fruto este trabajo. Premiar su esfuerzo, paciencia y toda la confianza puesta en mí en que podía cumplir todas las expectativas para un trabajo de fin de máster de esta envergadura.

Dar las gracias a mi tutor de prácticas en el I.E.S. Mariana Pineda, Carlos Muñoz por su gran implicación con nosotros, por sus consejos y ayuda administrada durante todo nuestro periodo de prácticas, sin olvidar a los profesores del Departamento de Biología y Geología, cuya apoyo moral durante aquellos días, fueron fundamentales para disfrutar de la experiencia.

Luego quiero hacer especial mención a la ayuda proporcionada por mi buen amigo del instituto Javier Gómez y a mi amiga Celia Cuevas Rodríguez por su colaboración en la traducción al inglés del resumen de este Trabajo Fin de Máster, sin su contribución este apartado no habría estado bien expresado.

Y por último el mayor de los agradecimientos a aquellas personas que desde siempre me han apoyado en mi formación académica: a mis padres, amigos y familia cuya paciencia y comprensión han originado que haya llegado hasta aquí, pero especialmente a mi padre por haberme inculcado desde pequeña el amor por la naturaleza.

*Siempre que enseñes; enseña también, a la vez, a dudar de lo que enseñas.*

(José Ortega y Gasset)

## RESUMEN

Este Trabajo de Fin de Máster (TFM) consiste en el diseño de una propuesta didáctica en Educación Secundaria Obligatoria (E.S.O) para la enseñanza de las Ciencias y desarrollo de la competencia científica, mediante una metodología basada en la indagación y la realización de trabajos prácticos.

La temática escogida se fundamenta en la llamada “Ciencia del suelo”, orientado a alumnos de 1º de la E.S.O en la asignatura de Biología y Geología y de 4º de la E.S.O en Ciencias Aplicadas a la Actividad Profesional, una ciencia que con bastante frecuencia no suele ser tratada en profundidad sino de una manera más superficial en las programaciones didácticas de ciencias.

La propuesta didáctica que se va a plantear en este TFM consiste en la producción de un banco de actividades mediante trabajos prácticos ejecutados en el aula o en el laboratorio, con el deseo de cubrir todas las expectativas referentes al proceso de enseñanza-aprendizaje de los alumnos.

Dicha propuesta didáctica será establecida de acuerdo a la legislación vigente para la Educación Secundaria Obligatoria tanto a nivel estatal como autonómica, el cual será desarrollado con más detalle en el capítulo dedicado al marco curricular.

Este banco de actividades consta de cuatro trabajos prácticos cuya metodología se basa en la investigación e indagación, para captar el interés de los alumnos por esta “ciencia”, cuyo enfoque sirva de inspiración en la adquisición de conocimientos en la naturaleza de las ciencias.

**Palabras clave:** Ciencias del suelo, Educación Secundaria Obligatoria, indagación, trabajos prácticos, competencia científica, laboratorio, investigación.

## ABSTRACT

This End-of-Master’s Project (Trabajo Fin de Máster, TFM) consists of the design of a didactic proposal in Compulsory Secondary Education (Educación Secundaria Obligatoria, ESO) for the teaching of Science and the development of a scientific competence, through a methodology based on the inquiry and the realization of practical work.

The chosen theme is based on the so-called “Soil Science”, aimed at students of 1<sup>st</sup> year of ESO in the subject of Biology and Geology and 4<sup>th</sup> year of ESO in Applied Sciences to Professional Activity, a science that frequently is not treated in depth but in a more shallow

way in the didactic science programs.

The didactic proposal to be presented in this TFM consists of the production of a hands-on activities bank through practical work carried out in the classroom or in the laboratory, with the desire to cover all expectations regarding the teaching-learning process of the students.

The said didactic proposal will be established according to the current legislation for Compulsory Secondary Education at both national and regional levels, which will be developed in more detail in the chapter dedicated to the curricular framework.

This hands-on activities bank consists of four practical works whose methodology is based on research and inquiry, to captivate students' interest in this “science”, whose approach serves as inspiration in the acquisition of knowledge in the nature of sciences.

**Keywords:** Soil Sciences, Compulsory Secondary Education, inquiry, hands-on activities, scientific competence, laboratory, research.

## ÍNDICE:

1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. OBJETIVOS.....	3
3. MARCO TEÓRICO:.....	4
3.1.- Enseñanza de la ciencia del suelo:.....	4
3.1.1.- Principios para la enseñanza de la “ciencia del suelo”.....	5
3.1.2.- La importancia de las ideas previas para un aprendizaje significativo del suelo y las dificultades de aprendizaje sobre el suelo.....	7
3.2.- Las competencias básicas en la educación secundaria obligatoria: LA COMPETENCIA CIENTÍFICA.....	8
3.3.- La enseñanza de las ciencias basada en la indagación.....	15
3.4.- Trabajos prácticos:.....	20
3.4.1.- Nociones básicas y objetivos de los trabajos prácticos.....	21
3.4.2.- Relación entre conocimientos teóricos (conceptual) y trabajos prácticos (metodológico).....	22
3.4.3.- Tipos de trabajos prácticos.....	23
3.4.4.- Percepción atomística y holística.....	24
3.4.5.- Aspectos a considerar en el diseño de los trabajos prácticos.....	24
3.4.6.- Trabajos prácticos a modo de modelos de “receta” e investigación.....	26
4. MARCO CURRICULAR.....	29
5. BANCO DE ACTIVIDADES:.....	40

## 1° E.S.O

- Trabajo practico nº1-> Textura y estructura del suelo.....40
- Trabajo práctico nº2-> Degradación ¿De qué depende el grado de erosión de un suelo?.....48

## 4° E.S.O

- Trabajo práctico nº3-> Contaminación ¿Qué pH puede tener un suelo?.....54
- Trabajo práctico nº4-> Permeabilidad ¿Qué suelos son propensos a estar contaminados?.....61

6. REFLEXIÓN FINAL.....69

7. BIBLIOGRAFÍA.....71

8. ANEXO.....74

❖ Anexo I:.....74

❖ Anexo II:.....76

❖ Anexo III:.....77

❖ Anexo IV.....77

❖ Anexo V.....78

❖ Anexo VI.....79

❖ Anexo VII.....80

## 1. INTRODUCCIÓN:

Este TFM tiene como eje vertebrador la enseñanza del suelo, de tal manera que se hace una propuesta didáctica en la que se trata que el alumno<sup>1</sup> no vea esta disciplina científica como algo aburrido sino que sienta el interés del tema y termine concibiendo el suelo como un recurso natural imprescindible para la vida humana.

Vemos que poco a poco se van imponiendo metodologías donde el alumno adquiere un papel protagonista, todo esto en un ambiente en el cual normalmente se establece el típico modelo de enseñanza tradicional o también llamado modelo de transmisión-recepción basado en la psicología conductista, en donde el profesor emite una información ante un alumnado que actúa como meros receptores de dicho contenido acotándose en muchos casos sólo a la memorización de esta, conduciendo esto a una mala comprensión conceptual por parte del alumno.

En el constructivismo, la enseñanza no es sólo una mera transmisión de conocimientos sino la disposición de métodos de apoyo que permitan al alumnado construir su propio conocimiento. La idea principal es que con la realización de trabajos prácticos el alumno mediante la indagación, aprenda a emitir sus propias hipótesis, realizar diseños experimentales, analizar los resultados obtenidos, etc, en un contexto donde se enseñaran los conocimientos y los procesos de la ciencia. El papel del profesor en todo momento será de planificar las actividades prácticas de tal modo que estimule y motive al alumnado a la hora de su realización, así como de orientador durante el transcurso del experimento.

De este modo la realización y solución de la actividad práctica recae en el alumno, lo que conlleva una cierta autonomía y esfuerzo por parte del mismo para la resolución de la actividad planteada ya sea individualmente o en grupo.

La propuesta didáctica que aquí se presenta va enfocada al diseño de un banco de actividades de tipo trabajos prácticos que tomará forma en el capítulo 5, con una temática tratada tan escasamente en los centros escolares como es la “ciencia del suelo”. En el apartado 3 del presente TFM se presenta un marco teórico, donde se incluye, tras una revisión bibliográfica, aspectos específicos relativos a la enseñanza del suelo, así como 3 tópicos fundamentales de carácter metodológico como son la enseñanza de las ciencias basadas en la indagación, la competencia científica y los trabajos prácticos. En el capítulo 4 se establecerán los elementos curriculares que hay que considerar a la hora de generar los trabajos prácticos tanto para la asignatura de Biología y Geología de 1º de la Educación

---

<sup>1</sup> En este Trabajo Fin de Máster se usa el masculino como genérico de acuerdo con las normas de lengua castellana, sin que esto implique un enfoque discriminatorio hacia la mujer (Bosque 2012).



Secundaria Obligatoria(ESO), como para la materia de “Ciencias Aplicadas a la Actividad Profesional” para 4º de la ESO.

Finalmente, se hará una reflexión final sobre las actividades creadas en cuanto al diseño, el tiempo dedicado a estas actividades, así como analizar el comportamiento en clase de los alumnos y el cumplimiento de las normas de seguridad en el laboratorio.

## **2. OBJETIVOS:**

En la elaboración del presente TFM lo que se pretende conseguir en todo momento es:

- Realizar una revisión bibliográfica sobre los tópicos didácticos de la enseñanza de las ciencias basada en la indagación, los trabajos prácticos y la competencia científica.
- Seleccionar los elementos curriculares en la legislación estatal y autonómica vigente que se tiene que tener en cuenta a la hora de elaborar una propuesta didáctica para la enseñanza-aprendizaje del suelo.
- Confeccionar un banco de actividades mediante la enseñanza de las ciencias basada en la indagación, la competencia científica y los trabajos prácticos experimentales, que se puedan realizar tanto en el laboratorio como en el aula.

### **3. MARCO TEÓRICO:**

El suelo se desarrolla dentro de la programación didáctica a nivel de secundaria de manera muy elemental, en comparación a la importancia en nuestras vidas, en tanto a que su conservación es esencial para la seguridad alimentaria y nuestro desarrollo sostenible ya que es un recurso finito cuya pérdida y degradación no son reversibles en el transcurso de una vida humana.

El característico modelo tradicional de transmisión-recepción se basa en que el profesor emite la teoría, pero los alumnos no asimilan los conocimientos si no es observándolo en su estado natural. Esta metodología que usan los docentes aborda mucho más contenido en el menor tiempo posible, pero la llegada a finales de los 80 de planteamientos constructivistas supuso un antes y un después en la enseñanza de las ciencias buscando que el profesor pase de tener un rol activo a un papel pasivo. Metodologías de corte constructivista podrían facilitar no sólo un entendimiento de los conceptos abstractos, pero también la adquisición de unas habilidades científicas propias del campo de la ciencia por parte del alumnado.

Esta disciplina científica más que aplicada en el aula de una forma teórica, debería de ser llevada a cabo en su medio natural como es el campo o en el laboratorio para que los alumnos puedan palpar y percibir por si mismos las características, así como los factores de contaminación a los que el suelo es susceptible de sufrir. Aunque esta situación es difícil que se pueda llevar a cabo en el campo concretamente, nosotros lo plantearemos para trabajarlo en el laboratorio en general, y en el aula en particular, y para ello haremos uso de un enfoque actual y novedoso como es la enseñanza por indagación IBSE (del inglés *Inquiry Based Science Education*), aproximándonos a enfoques tan centrales como son las ideas previas y las dificultades encontradas en torno al suelo, la competencia científica y la preparación de los trabajos prácticos.

De esta manera encaminaremos nuestra propuesta didáctica manejando un modelo en todo momento abierto al saber científico y muy valorado en el campo de las ciencias experimentales, siendo el objeto de la misma uno de los recursos de la naturaleza menos abordados a nivel de Educación Secundaria, como es el suelo, donde los alumnos dentro de un contexto motivador, bien estructurado, práctico y cooperativo, puedan llegar a alcanzar un aprendizaje significativo en torno a esta materia y pueda llevarse a cabo en los centros escolares siempre que el docente tenga la iniciativa de ponerlo en práctica con sus alumnos ya sea en el aula como en el laboratorio.

#### **3.1.- Enseñanza de la ciencia del suelo:**

El suelo es un concepto reiterado en los contenidos escolares a lo largo de toda la ESO.

Este concepto puede trabajarse teóricamente como puente entre los materiales terrestres y los seres vivos, o en su caso, como una interacción entre diferentes factores que van a esclarecer la distribución de los seres vivos, así como establecer relaciones entre la roca madre, el clima y los seres vivos.

En el estudio del suelo se destacan 4 aspectos fundamentales que son: los componentes que integran el suelo, los procesos por los cuáles el suelo se origina y se puede destruir y recuperar, el reconocimiento de su importancia para múltiples actividades humanas y la necesidad de recuperar las zonas deterioradas por una explotación industrial previa.

Teniendo muy en cuenta lo comentado anteriormente se esclarecerá la forma de introducir los contenidos en relación a la ciencia del suelo.

### **3.1.1.- Principios para la enseñanza de la “ciencia del suelo”.**

Según Reyes-Sánchez (2012) declara que desde la ONU y la UNESCO se hace un llamamiento al interés por la formación de profesionales, docentes e investigadores para la educación de los futuros ciudadanos cuya realización de actividades por parte de la población lleven a adoptar decisiones y tomar conciencia del reto que se les plantea como es afrontar problemas medioambientales presentes y futuros. El gran reto será resolver esos problemas complejos en un mundo cada día más pluricultural y donde la adquisición de tales conocimientos científicos dentro de la llamada “enseñanza interdisciplinaria de las ciencias naturales”, pueda dar soluciones sostenibles a la problemática medioambiental planteada.

(Churchman, 2010, citado en Field et al., 2011) decía que *“la ciencia del suelo al ser una disciplina independiente está compuesta por un material como es el suelo con sus características propias y un comportamiento único”*. Su estudio puede ser llevada a cabo mediante una concepción holística por parte del alumnado en la realización de investigaciones, donde adquirirá una serie de habilidades, destrezas y capacidades características del trabajo científico, tomando el mismo un papel activo dentro del proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias experimentales.

(Flannery, 2010; Hartemink y McBratney, 2008, citado en Field et al., 2011) declararon que *“el suelo es importante ya que como recurso tiene implicaciones económicas y medioambientales, lo cual lo hace ecuánime a la hora de proponer soluciones a los problemas que puede contener como es: escasez de alimentos, combustible, agua, así como los ligados al cambio climático”*.

Por lo que se dio la necesidad de desarrollar un currículo de contenidos más amplio en relación a la educación sobre la ciencia del suelo (Field et al., 2011), y para ello una comunidad de profesores universitarios australianos especializados en la ciencia del suelo

llevaron a cabo un proyecto donde involucraron tanto a estudiantes, empleados, académicos y graduados en el lugar de trabajo, así como el uso de principios en la enseñanza genérica publicados en la literatura educativa. Mediante una serie de ciclos estos profesores universitarios fueron informados de hechos tan importantes como aspectos internos (experiencias personales en aprendizaje y enseñanza), cómo de los aspectos externos (retroalimentación de estudiantes, empleados de científicos del suelo, etc, además de la literatura publicada).

Field et al. (2011) detalla como resultado la formación de 11 principios dedicados a la enseñanza de la ciencia del suelo, pero que trasladados a nuestra propuesta didáctica y sobre todo a nivel de la ESO, los que se van a tener en cuenta son los siguientes:

- **2º Principio de enseñanza: Se destaca el trabajo de campo mayormente, pero de acuerdo a este TFM las actividades serán realizadas en el laboratorio por ser un estilo de aprendizaje de los más efectivos dentro de la enseñanza.**
- **4º Principio de enseñanza: Subraya la importancia del aprendizaje activo. Es involucrar a los alumnos para descubrir y experimentar situaciones, dejando de lado la pasividad y la tarea de aprenderlo todo de memoria.**
- **5º Principio de enseñanza: Remarca el establecimiento de conexiones entre las sub-disciplinas de la ciencia del suelo con las ciencias relacionadas como son la Física, Química, Biología y Geología del suelo. Esto permite al alumnado repasar los conceptos dados en diferentes situaciones.**
- **7º Principio de enseñanza: La comunicación es necesaria y fomenta las habilidades de presentación y escritura para que puedan ayudar al alumnado a entender los conceptos de la ciencia del suelo.**
- **8º Principio de enseñanza: La capacidad con lo que los alumnos afrontan problemas auténticos de la ciencia del suelo, ya sea individual o en grupo. Esto les permite a ellos aplicar sus habilidades y experiencias, de manera que aprendan de las diversas perspectivas dadas por sus compañeros, de los conceptos reafirmados y en el desarrollo de sus habilidades personales.**
- **10º Principio de enseñanza: Se distingue la evaluación en cuanto a las actividades que los estudiantes emprendan, así en las evaluaciones de grupo se valora equitativamente a todos los miembros del grupo.**
- **11º Principio de enseñanza: Concierno a los resultados en general de los alumnos, en cuanto a entender la aplicación de las características únicas de la ciencia del suelo, saber conectar esta disciplina con otras ciencias, resolver problemas reales, etc.**

Por tanto, el uso de estos principios en alumnos de la E.S.O. a la hora de enseñar el suelo, son imprescindibles y sería conveniente que se cumplieran aun no habiendo llevado a cabo esta propuesta didáctica en las aulas por falta de tiempo.

### **3.1.2.- La importancia de las ideas previas para un aprendizaje significativo y dificultades de aprendizaje sobre el suelo.**

Las “ideas previas” vienen determinadas, no sólo por la trayectoria académica de los estudiantes, sino por las ideas que ya traen consigo los alumnos sobre diferentes fenómenos sin haber sido tratados por medio de la enseñanza, es decir, estas ideas son adquiridas en gran medida mediante las experiencias cotidianas, las conversaciones con otras personas, de la información sacada de los medios de información, así como de otros factores externos. Aunque para el alumnado estas ideas serían correctas, a la luz del conocimiento actual de la ciencia son erróneas, el término de idea errónea se utiliza con frecuencia para referirse a una creencia que choca con las explicaciones científicas actualmente aceptadas (Tippett, 2010). Por ello los investigadores de la educación han hecho especial hincapié en transformar las ideas previas de los estudiantes hacia concepciones científicas o cercano a ellas, y a este proceso de transformación se le ha denominado “cambio conceptual” (Bello, 2004).

En la teoría de Ausubel, se muestran los antecedentes en torno a las ideas previas en el llamado “aprendizaje significativo”, destacando el papel de los conocimientos previos como punto de partida del proceso instructivo. (Osborne y Wittrock, 1983, citado por Campanario, J.M., y Otero, J.C. 2000) afirman que los alumnos desarrollan ideas sobre su mundo, construyen significados para las palabras que usan en ciencia y despliegan estrategias para conseguir explicaciones sobre cómo y por qué las cosas se comportan como lo hacen. Parece comprensible que el profesor de ciencias ya deba contar con que sus alumnos posean un conocimiento científico alternativo.

Según Francek (2013, p.55), las ideas previas de las que parte el alumnado de secundaria respecto al suelo es que:

- El suelo deriva de ríos, volcanes, o estaba allí desde que la Tierra se formó.
- El suelo viene de los ríos.
- El suelo se origina de la acción volcánica.
- Idea estática del suelo. Ha estado siempre ahí, por lo que tiene la misma edad que la Tierra.

Estas son ideas intuitivas que los alumnos de secundaria poseen sobre esta materia. Cómo se puede observar prácticamente las concepciones son parecidas entre sí y sin embargo,

ninguna de ellas incluye el concepto de formación.

Yus y Rebollo (1993), destacan que hay una notable escasez de aportaciones en torno a los problemas de aprendizaje de los conceptos relativos al suelo para los alumnos de Secundaria, por ser una disciplina no tan profesada como otras temáticas de las Ciencias de la Naturaleza, a pesar de estar en los diversos currículos de los distintos niveles educativos. Partiendo de este punto, ¿qué dificultades podemos encontrar en su aprendizaje?

- La comprensión sobre el concepto científico de suelo.
- Dificultad derivada de la polisemia del término “suelo” en nuestro idioma.
- Los alumnos suelen tener ideas confusas acerca de aspectos estructurales del suelo tales como: la edad (como sucede con otros procesos geológicos), la profundidad (al incluir en el suelo el sustrato rocoso), composición (no suelen incluir el agua, aire y componentes biológicos) y estructura (confundida a menudo con la sedimentación).
- La formación del suelo a partir de la idea estática en la que piensan que siempre ha sido así (sin tener en cuenta los procesos edafogénicos: meteorización, erosión, transporte y sedimentación) y es un proceso terminado.
- No se maneja ningún concepto químico, a la hora de hablar sobre el suelo como es la interacción atmósfera-roca o biosfera-roca.

Sé confirma que esta temática científica, como otras recogidas en la bibliografía especializada, no se puede abordar con enfoques metodológicos superficiales sino que los alumnos han de utilizar formas de razonamiento superiores (Yus y Rebollo, 1993).

Sobre la contaminación, en la literatura científica no se comenta mucho sobre las ideas previas que pueden tener los alumnos sobre los efectos contaminantes que se derivan de la actividad industrial y agrícola sobre el suelo, así como sus dificultades de aprendizaje. Aunque es fundamental que los alumnos comprendan el origen, la composición de los contaminantes y sobre todo, cómo afecta al medio.

### **3.2.- Las competencias clave en la educación secundaria obligatoria: LA COMPETENCIA CIENTÍFICA.**

Para la definición del término “competencia” podemos encontrar varias propuestas al respecto mediante una breve bibliografía. Este suele ser un concepto algo complejo y abstracto y como ejemplo hemos seleccionado las siguientes definiciones:

- El Proyecto DeSeCo (Definición y Selección de Competencias Clave), promovido por la OCDE (2003) lo define como *la capacidad de responder a demandas complejas y llevar a cabo tareas diversas de forma adecuada, por tanto supone*

*una combinación de habilidades prácticas, conocimientos, motivación, valores éticos, actitudes, emociones, y otros componentes sociales y de comportamiento que se movilizan conjuntamente para lograr una acción eficaz* (citado en Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, p.17).

- La LOMCE presenta este término como *la capacidad para aplicar de forma integrada los contenidos propios de cada enseñanza y etapa educativa, con el fin de lograr la realización adecuada de actividades y la resolución eficaz de problemas complejos* (Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, p. 11).

Como se puede apreciar existe similitud entre ambas explicaciones haciendo especial énfasis, además de en su carácter complejo, en que las competencias deben promoverse de manera apropiada y durante toda la etapa escolar. Por tanto las competencias clave son un punto esencial en el planteamiento de cualquier propuesta educativa y también en el ámbito normativo de los sistemas educativos de los distintos países de la Unión Europea, en general, y de España, en particular.

La inclusión de las competencias clave<sup>2</sup> en el currículo actual de la Educación Secundaria Obligatoria, se inicia con la Ley Orgánica 2/2006 de Educación –LOE (MEC, 2006) mediante las llamadas “Competencias Básicas”, de estas 8 competencias básicas la que vamos a desarrollar a continuación es la denominada como “Competencia en el conocimiento y la interacción con el mundo físico”, que con la actual ley en vigor como es la LOMCE esta competencia pasaría a denominarse “Competencia científica”.

Franco, Blanco y España (2013) afirmaron que el desarrollo de las competencias en las clases de ciencias demanda un modelo de investigación, el cuál debe llevarse a cabo trabajando mano con mano entre profesores y estudiantes en el seno de dichas clases, y cuya finalidad sería en todo momento *«extender nuestra comprensión de cuáles son las competencias científicas apropiadas para cada nivel de escolarización y encontrar los contextos, contenidos y metodologías que pueden favorecer su aprendizaje por la generalidad de los estudiantes»*.

La competencia científica se define como el grado en el que un individuo (OCDE, 2006):

- Posee conocimiento científico y lo emplea para identificar preguntas, adquirir conocimientos nuevos, explicar fenómenos científicos y extraer conclusiones basadas en la evidencia sobre temas relacionados con la ciencia.
- Entiende las características distintivas de la ciencia como forma de conocimiento e

---

<sup>2</sup> El apartado sobre las competencias clave será tratada más en profundidad en el apartado del **marco curricular**. Aquí sólo nos centraremos en la competencia científica y sus sub-competencias.



investigación.

- Demuestra que sabe cómo la ciencia y la tecnología influyen en nuestro entorno material, intelectual y cultural.
- Se interesa por temas científicos como un ciudadano que reflexiona.

La competencia científica implica tanto la comprensión de conceptos científicos como la capacidad de aplicar una perspectiva científica y de pensar basándose en pruebas científicas.

Los procedimientos que lleva a cabo PISA<sup>3</sup> para evaluar el conocimiento científico es mediante los procesos o destrezas científicas; los conceptos y contenidos científicos; y el contexto en el que se aplica este conocimiento. En la tabla 1, se muestran estos procesos científicos organizados en tres grupos de competencias según el tipo de capacidad de pensamiento predominante que se requiere para resolver las preguntas que se plantean.

SUB-COMPETENCIAS	DESARROLLO
<p><b>1. Explicar fenómenos científicamente</b></p>	<p>Reconocer, ofrecer y evaluar explicaciones de diversos fenómenos naturales y tecnológicos demostrando la capacidad de:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Recordar y aplicar el conocimiento científico apropiado;</li> <li>▪ Identificar, usar y generar modelos y representaciones explicativas;</li> <li>▪ Hacer predicciones apropiadas y argumentarlas;</li> <li>▪ Ofrecer hipótesis explicativas;</li> <li>▪ Explicar las implicaciones del conocimiento científico para la sociedad.</li> </ul>
	<p>Describe y evalúa experimentos científicos</p>

<sup>3</sup> PISA: El Informe del Programa Internacional para la Evaluación de Estudiantes, es un estudio llevado a cabo por la OCDE a nivel mundial que mide el rendimiento académico de los alumnos en matemáticas, ciencia y lectura. Su objetivo es proporcionar datos comparables que posibiliten a los países mejorar sus políticas de educación y sus resultados.

<p><b>2. Evaluar y diseñar experimentos y preguntas científicas</b></p>	<p>y propone maneras de responder científicamente a preguntas demostrando la capacidad de:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>▪ Identificar el tema explorado en un estudio científico dado;</li><li>▪ Distinguir preguntas posibles para experimentos científicos;</li><li>▪ Proponer maneras de explorar científicamente una cuestión dada;</li><li>▪ Evaluar maneras de explorar científicamente una cuestión dada;</li><li>▪ Describir y evaluar diversos modos que emplean los científicos para garantizar la fiabilidad de los datos y la posible generalización de sus explicaciones.</li></ul>
<p><b>3. Interpretar datos y pruebas científicamente</b></p>	<p>Analizar y evaluar información científica, enunciados y argumentos en diversas representaciones, y sacar conclusiones apropiadas demostrando la capacidad de:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>▪ Transformar datos de una representación a otra;</li><li>▪ Analizar e interpretar datos y sacar conclusiones apropiadas;</li><li>▪ Identificar puntos de partida, pruebas y razonamientos en textos científicos;</li><li>▪ Distinguir entre argumentos basados en pruebas científicas y teoría y aquéllos basados en otras consideraciones;</li><li>▪ Evaluar argumentos y pruebas científicas procedentes de distintas fuentes (p.e., periódicos, Internet,</li></ul>

	revistas especializadas).
--	---------------------------

Tabla 1. Sub-competencias asociadas a la competencia científica (Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, PISA 2015)

- 1º Competencia: Es la capacidad para proporcionar los valores explicativos de fenómenos naturales, objetos técnicos y tecnologías y sus implicaciones para la sociedad. Tal capacidad requiere un conocimiento de las principales ideas explicativas de la ciencia y las cuestiones que enmarcan la práctica y los objetivos de la ciencia
- 2º Competencia: Esta sirve para identificar preguntas que pueden ser contestadas por la investigación científica, identificar si se han utilizado procedimientos adecuados, y proponer formas en que este tipo de preguntas podría posiblemente abordarse.
- 3º Competencia: Para interpretar y evaluar datos y pruebas científicamente y evaluar si las conclusiones están garantizadas.

Como se puede percibir de la tabla 1, la competencia científica es algo compleja. El alumno ya no es receptor de la información sino que además debe demostrar todas las capacidades y habilidades para resolver problemas científicos. Tiene que tener claro la naturaleza de la ciencia, asimismo cómo conocer los procedimientos del método científico para poder entrar en acción y actuar como un verdadero investigador.

Así mismo, a la hora de evaluar la competencia científica, esta se caracterizará por una serie de capacidades de cuya progresión dependerá el avance de esta competencia en la educación secundaria. Estas las podemos dividir en 4 dimensiones: conceptual, metodológica, actitudinal e integrada (Cañal, 2012).

En la figura 1, se muestra un esquema donde se representa la forma en la que se organizan las capacidades y cómo se distribuyen.

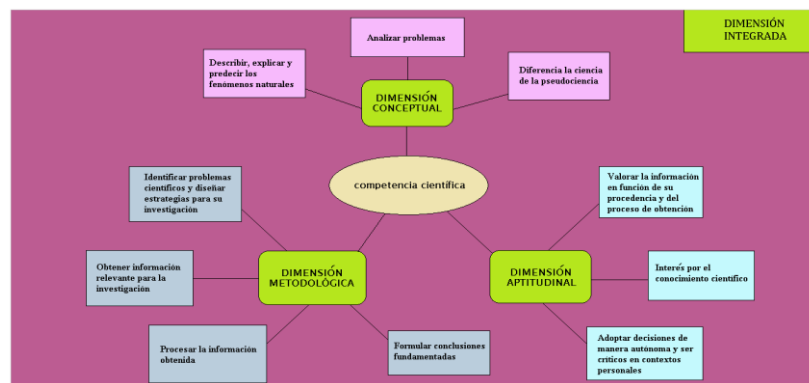


Figura 1: Esquema de las diversas capacidades de las que depende el avance de la competencia científica, según las aportaciones de Cañal (2012).

### Dimensión conceptual

**1) Capacidad de utilizar el conocimiento científico personal para describir, explicar y predecir fenómenos naturales.**

Se basa en la calidad de los aprendizajes básicos, es decir, en la comprensión de los diferentes conocimientos científicos básicos así como en las relaciones establecidas entre esos conocimientos, los cuales puedan ser utilizados para describir, explicar o predecir cosas o fenómenos naturales reales. Su progreso dependerá entre otras cosas del grado de relevancia de los aprendizajes básicos por parte de los alumnos, el nivel de integración de los aprendizajes básicos y su funcionalidad para utilizarlo en otros contextos.

**2) Capacidad de utilizar los conceptos y modelos científicos para analizar problemas.**

Plantea la utilización de conceptos y modelos científicos para percibir y analizar hechos que presuntamente presentan algún problema y para ello el alumno pueda generar una serie de interrogantes para dar con la solución al presente problema.

**3) Capacidad de diferenciar la ciencia de otras interpretaciones no científicas de la realidad.**

Se le atribuye al progreso en la comprensión del conocimiento científico llevando a cabo preguntas tales como; para qué, con qué fundamento, y cómo se elabora el mismo. Su integración en la sociedad en cuanto como entender el proceso de elaboración del entendimiento científico, la capacidad para detectar el conocimiento científico de otros conocimientos no científicos, y como detectar la fiabilidad de las distintas fuentes de información

### Dimensión metodológica

**4) Capacidad de identificar problemas científicos y diseñar estrategias para su investigación.**

Implica que el alumno tenga que ser capaz de percibir los posibles problemas dentro del contexto científico, cuyos fundamentos científicos hagan posible formular hipótesis para su resolución y establecer planes para su investigación.

**5) Capacidad de obtener información relevante para la investigación.**

En relación con la capacidad de poseer criterios y procedimientos apropiados para valorar la efectividad de las fuentes de información, y hacer uso de la información más relevante y fiable para nuestra disposición.

**6) Capacidad de procesar la información obtenida.**

Se centra en la habilidad por parte del alumnado para asimilar y organizar los datos obtenidos, mediante la evaluación de destrezas tales como: resumir, comparar, clasificar, cuantificar, leer y hacer tablas y gráficos, establecer relaciones, interpretar resultados y debatir argumentando.

**7) Capacidad de formular conclusiones fundamentadas.**

Determina de qué manera el alumno es capaz de plantear soluciones de forma coherente con los problemas investigados, los objetivos, problemas, hipótesis y la metodología de investigación, teniendo en cuenta los resultados sacados de la problemática planteada.

### Dimensión actitudinal

**8) Capacidad de valorar la calidad de una información en función de su procedencia y de los procedimientos utilizados para generarla.**

Referido a la aptitud que tome el alumno en cuanto a la valoración positiva de informaciones procedentes de fuentes fiables. Por otro lado, debe ser crítico con aquellas fuentes que no reúnan esos requisitos.

**9) Capacidad de interesarse por el conocimiento, indagación y resolución de problemas científicos y problemáticas socio-ambientales.**

En relación con la capacidad (aptitud positiva) que tiene el alumno dentro de la ciencia como herramienta para tomar sus propias conclusiones o fundamentar juicios.

**10) Capacidad de adoptar decisiones autónomas y críticas en contextos personales y sociales.**

Formulada en torno a la medida en el que el alumnado haga suyo los conocimientos y criterios científicos, a la vez que sean coordinados con otros de distinta naturaleza, como algo necesario para que los alumnos puedan tomar sus propias decisiones con autonomía y suficiente fundamentación.

## Dimensión integrada

### **11) Capacidad de utilizar en forma integrada las anteriores capacidades para dar respuestas o pautas de actuación adecuadas ante problemas concretos científicos, tecnológicos o socio-ambientales, en contextos vivenciales del alumnado.**

Para concluir, la competencia científica no se debe concebir como una adquisición completa por parte del alumno de todas las capacidades descritas anteriormente sino que se van a ir generando en concordancia a la vida escolar del mismo al unísono de los avances desarrollados en cada una de las capacidades científicas. Su crecimiento va a depender de la calidad en la enseñanza de las ciencias, y de haber empleado las capacidades descritas anteriormente de manera integrada y conjunta.

## **3.3.- La enseñanza de las ciencias basada en la indagación.**

La enseñanza de las ciencias centrada en la indagación conocida como IBSE (*Inquiry-based Science Education*, por sus siglas en inglés) se basa en una forma de enseñar y aprender los contenidos científicos y al desarrollo de habilidades científicas. Muchos son los autores que han visto en este enfoque didáctico una alternativa a la enseñanza tradicional, y la asocian a metodologías tales como el aprendizaje basado en problemas o el aprendizaje por proyectos (Rocard, 2007, citado por Couso, 2014).

Couso (2014) recalca que algunas de las características asociadas a las propuestas IBSE son:

- Llevar la autenticidad de la práctica científica al aula, de manera que la actividad de los alumnos al aprender ciencia se asemeje a la actividad de los científicos en el mundo real.
- Y motivar e involucrar a los alumnos, elaborando actividades en el aula de naturaleza “engaging” (motivadora, involucrante).

En base a esto, IBSE se caracteriza por:

1. Girar en torno a un escenario de enseñanza-aprendizaje de investigación de tipo práctico (observaciones, experimentos...), donde el alumnado plantea preguntas y obtiene sus propios datos.

2. Dar mucha importancia a la actitud y motivación de los estudiantes, concediéndoles un papel activo y protagonista. Es trabajar en grupo donde se les da mucha más autonomía, y capacidad de decisión y elección que en el aula tradicional. Cuando la indagación es abierta, los alumnos incluso escogen la temática a trabajar.
3. Destacar el interés por un papel más pasivo por parte del profesor, usando la idea de “guía” y “facilitador” de la indagación.
4. Organizar la instrucción en etapas o fases, siguiendo un ciclo que imita la investigación científica real.

Según Couso (2014) el modelo más usado es el denominado “ciclo de aprendizaje de las cinco Es”, que se organiza en 5 etapas:

- ❖ Motivación-Involucramiento (Engagement): Introducción a la actividad mediante la formulación de una serie de preguntas, motivando la participación activa del alumnado.
- ❖ Exploración-Investigación: Realización de actividades o búsqueda de información, para resolver el problema planteado (recopilación de pruebas).
- ❖ Explicación: Los alumnos a través de las ideas previas y las pruebas recopiladas, hacen un análisis profundo para dar respuesta a las preguntas desarrolladas.
- ❖ Extensión-Elaboración: Llevan a cabo sus hipótesis, modificándolas en caso de error y completándolas a partir de explicaciones alternativas que reflejen una comprensión científica.
- ❖ Evaluación: Esta tiene lugar durante todo el proceso indagativo y se basa en la comunicación y justificación de las explicaciones propuestas.

Esta metodología ha pasado a ser relevante, no sólo por promover el conocimiento científico en un ambiente donde el alumno pueda demostrar poseer ciertas capacidades, habilidades y destrezas adquiridas por experiencia, sino que además por ser un punto de apoyo en el desarrollo de la creatividad tanto del profesor como del alumno, donde el uso de métodos y las condiciones reinantes puedan crear un método efectivo. Por su parte, esta metodología permite el desarrollo de la competencia científica ya que abarca el conocimiento y el manejo de conceptos, procesos, metodología, habilidades, y valores científicos que permite a los alumnos enfrentarse a un problema con base científica y según la naturaleza del conocimiento científico que tengan los alumnos (alfabetización científica).

¿Qué rol toma el alumno dentro de la metodología IBSE?

Como se ha comentado anteriormente, aquí el alumno es el agente activo en el proceso de

enseñanza-aprendizaje, pocas veces se destaca el papel del alumnado pero no por ser meros receptores de los contenidos impartidos en clase, sino por la falta de protagonismo que se les da en la realización de ciertas actividades prácticas ya sea en el aula, laboratorio o en el campo. Esto también depende de la predisposición del profesor a que sean ellos los que generen su propio conocimiento científico así como el pensamiento crítico, la imaginación, la creatividad, la cooperación entre ellos, etc (Trnova, 2014).

Es muy importante destacar aquí la motivación de los alumnos, por ello la trascendencia de que tengan un papel activo donde puedan ejercer como verdaderos científicos, hace que sea posible acercar la enseñanza de las ciencias a las aulas.

El proyecto europeo Pollen llevada a cabo desde 2006 hasta 2009, es un ejemplo de diseño e implementación de la metodología IBSE que ayuda a entender la enseñanza mediante la indagación. En este esquema se puede ver el proceso completo de indagación: cooperar, discutir, debatir, intercambiar, reflexionar y registrar.

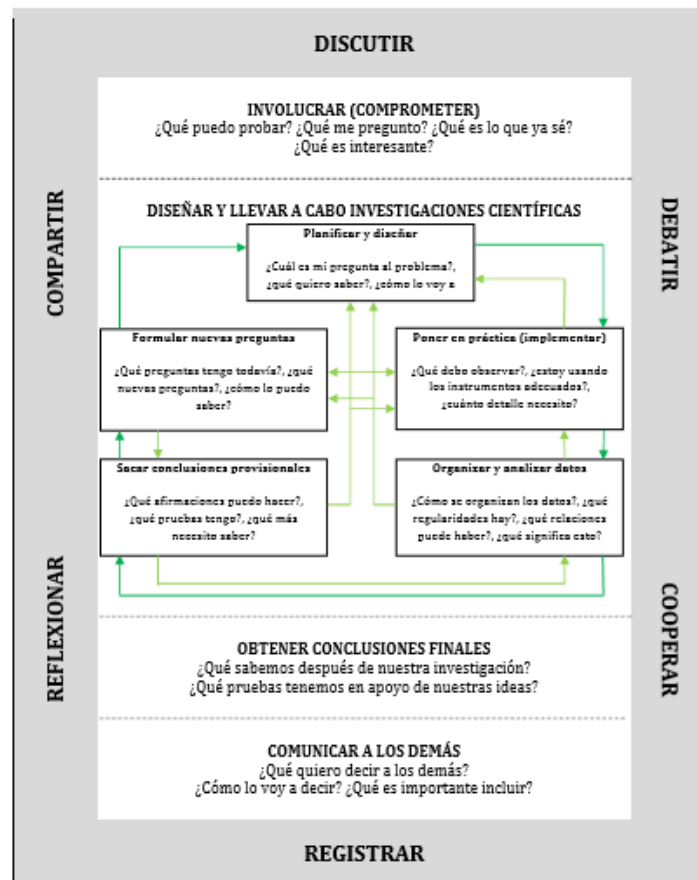


Figura 2: Esquema con las actividades clave en el proceso de indagación (Worth et al., 2009 y citado por Martínez-Chico, 2013)

Pero antes de meternos de lleno en el proceso íntegro elaborado dentro del mismo proyecto,



tienen lugar los siguientes principios enfocados en todo momento a la metodología IBSE (Worth et al, 2009, citado en Martínez-Chico, 2013):

- El alumnado requiere tener experiencia con los fenómenos, procesos o conceptos que están trabajando. Para una buena construcción mental, no sólo con las palabras se trabaja sino también con los hechos.
- Los alumnos deben comprender las preguntas o problemas que estén trabajando para que puedan darle sentido.
- Los alumnos deben aprender destrezas de indagación científica tales como realizar observaciones, formular hipótesis, hacer predicciones basadas en modelos explicativos, diseñar investigaciones...como lo comentado anteriormente en el método científico.
- Los alumnos no deben limitarse solo a la práctica manipulativa, sino que también puedan razonar, compartir ideas entre ellos, contrastar concepciones propias, argumentar y explicarlo a los demás.
- El alumnado es importante que haga uso de otras fuentes de información, igualmente importantes a la hora de emular la metodología científica.
- El alumnado ante todo debe trabajar en grupos, ya sea en pequeños o grandes de manera que sea dinámica la práctica científica, de acuerdo con el carácter cooperativo del trabajo científico.

Martínez-Chico (2013) retrata los denominados “componentes básicos de IBSE”, desde la perspectiva del alumnado. Aquí abajo se muestra un esquema del tipo de actividades que deben poner en práctica los estudiantes durante el proceso indagativo:

- 1) El alumno tiene que enfrentarse a problemas o cuestiones de carácter científico, que el mismo debe de identificar como tales para que puedan ser puestas a estudio para su confirmación o rechazo mediante pruebas y que se base en fenómenos del mundo natural o tecnológico más amplios. Estas preguntas pueden ser de diferentes tipos en cuanto a su concreción (abierta/cerrada) o emisor (docente/alumnado), pero siempre debe estar conectadas con la realidad, de tal forma que puedan ser percibidas como preguntas con sentido; esto requiere la obtención de información previa a la formulación de la pregunta, a través de diferentes métodos (observación, búsqueda de información...).
- 2) Enunciar explicaciones personales justificadas desde su experiencia previa, información recibida y conocimientos, de manera que sean conscientes en reconocer en que se basan para responder a cómo han respondido a la pregunta. En función de esto, esas explicaciones pueden tomar la forma de hipótesis o modelos, según el grado de elaboración de su razonamiento. Estas se consideran un punto primordial

en el proceso, ya que en él tiene lugar la expresión y discusión de concepciones alternativas, además de que aportan las ideas de referencia sobre las que fundamentar la indagación. Que el proceso no se limite sólo a un conjunto de actividades manipulativas, sin capacidad de alterar las concepciones previas del alumnado. Es significativo que estas referencias iniciales se mantengan a través de la explicación de modelos, de cara a ofrecer una visión más realista de lo que supone la acción científica (Windschitl et al., 2008, citado por Martínez-Chico, 2013).

- 3) El alumnado debe buscar pruebas que permitan confirmar las explicaciones formuladas. Esas pruebas generalmente proceden de datos obtenidos a través de diseños experimentales propios, pero también pueden proceder de la búsqueda de información o la consistencia encontrada en otros conocimientos ya consolidados. Lo fundamental es hacer ver a los alumnos que sus explicaciones se apoyan en pruebas y que relacionen tales pruebas con las explicaciones que tratan de probar (Martínez-Chico, 2013).
- 4) Analizar e interpretar la información y los datos recogidos, adaptando las explicaciones inicialmente formuladas o bien el modelo planteado a la nueva información, mejorando con ello su validez o utilidad. De este modo, el alumnado podrá dar una explicación a los problemas que los implicaron en el proceso de indagación basándose en pruebas (Jiménez Aleixandre, 2010, citado por Martínez-Chico, 2013). Esta parte de la indagación resulta especialmente significativa ya que es precisamente aquí donde la indagación tiene en cuenta la conexión entre hechos o fenómenos y la teoría. Así, se contribuye (junto con el uso pruebas) a evitar que la ciencia pierda en las aulas su carácter interpretativo, poniéndose de manifiesto que el conocimiento no es algo fijo e inmutable, sino que tiene carácter provisional. La razón para ello está en que se basa en las ideas y modelos aceptados en ese momento evaluados de acuerdo con las pruebas disponibles, que son interpretadas de diferentes formas según desde qué modelo se analicen (Garrido-Espeja, 2012, citado por Martínez-Chico, 2013).
- 5) Comunicar e intercambiar ideas, considerando explicaciones alternativas a las personales. En todas las actividades anteriores es fundamental el clima de comunicación y diálogo entre los alumnos y el docente, provocando esto un medio perfecto para el aprendizaje de la ciencia (Osborne et al., 2008, citado por Martínez-Chico, 2013). Por consiguiente en esta parte final es imprescindible comunicar a los demás y someter a crítica el proceso y conclusiones obtenidas, considerando explicaciones diferentes a las que uno tiene en un principio (ya sean estas procedentes de otros compañeros o del docente) y contrastando las ideas discutidas. Lo importante de esta actividad es que los alumnos detecten la necesidad de

rechazar o introducir cambios en las ideas personales a través del proceso de comprobación e intercambio, y no por la confianza que merece quien las presenta (Gil, 1993, citado por Martínez-Chico, 2013).

¿Qué papel juega el profesor dentro de la metodología IBSE?

Según Couso (2014), al contrario de lo que ocurre en la enseñanza tradicional, en IBSE el profesor prescinde de ser el “actor principal” para convertirse en un mero facilitador de la actividad donde los alumnos son los protagonistas. Aunque más que un facilitador, el término que mejor se ajusta es la de “activador”, que requiere un gran esfuerzo por parte del docente como “agente de cambio” en tareas tales como la evaluación formativa, la enseñanza de destrezas metacognitivas, la enseñanza con mapas mentales, enseñar a los alumnos a verbalizar y argumentar sus ideas, entre otras (Hattie, 2008 citado en Couso, 2014).

Por consiguiente, para una buena enseñanza indagativa en el aprendizaje de las ciencias lo que se requiere por parte de los profesores es un considerable conocimiento científico y didáctico del contenido (CDC) que se está trabajando, así deben conocer tanto la parte conceptual como la procedimental para poder guiar a sus alumnos en estas actividades prácticas (NRC, 2007 y citado en Couso, 2014).

Para finalizar, Couso (2014) reprocha que en España la metodología IBSE es mucho más teórica que práctica, y que son muy pocos los docentes que se lanzan a trabajar con esta metodología. IBSE como otras metodologías didácticas es una más, puede tener resultados positivos o negativos, pero lo que si es evidente es que para aprender a indagar científicamente, la mejor forma es involucrándose en la actividad.

### **3.4.- Trabajos prácticos.**

La importancia de los trabajos prácticos viene dada por la adquisición de una serie de habilidades como es el uso y manipulación de instrumental de laboratorio, aprender determinadas técnicas experimentales o ilustrar por medio de experimentos muchas de las leyes y teorías presentadas por el profesor en clase (paradigma de enseñanza por transmisión). Estos trabajos prácticos son beneficiosos en la enseñanza las Ciencias Naturales si se lleva a cabo tanto en la enseñanza de los procesos de la ciencia (observación, clasificación, emisión de hipótesis,...), como si se tiene en cuenta los conocimientos previos que tiene el alumnado sobre la materia. Este suele ser un trabajo práctico abstracto, y por ello se destaca en este trabajo de fin de máster el papel que cumple el docente ya que de él depende en gran medida la implicación y el interés de los alumnos por la realización de dichos trabajos.

### 3.4.1.- Nociones básicas y objetivos de los trabajos prácticos.

Según (Perales, F.J. y Cañal, P.,2000 y citado por Luis del Carmen), la definición que mejor se le atribuye al término “trabajos prácticos” es *para referirse a las actividades de enseñanza de las ciencias, en las que los alumnos han de utilizar determinados procedimientos para resolverlas. Estos procedimientos están relacionados con el trabajo de laboratorio o de campo, pero en un sentido más amplio pueden englobar la resolución de problemas científicos o tecnológicos de diferentes características.*

Los procedimientos científicos llevados a cabo por los alumnos en la resolución de estos problemas son: observación, formulación de hipótesis, diseño de un experimento, manipulación de material de laboratorio, elaboración de conclusiones, análisis de resultados, y demás, y todo ello en un entorno donde se le da más valor al contenido teórico que a los procedimientos prácticos.

La repercusión que puede existir por este tipo de actividades para la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias ha sido determinado por (Harlem et al., 1989 y citado por del Carmen, 2009), en cuanto a:

1. Juegan un papel esencial en el incremento de la motivación hacia las ciencias experimentales.
2. Aportan la ayuda necesaria para la comprensión de los fundamentos teóricos de la ciencia y el desarrollo del razonamiento científico por parte de los alumnos.
3. Posibilitan la comprensión de cómo tiene lugar el conocimiento científico y de su significado.
4. Estas actividades no se pueden sustituir en la enseñanza y el aprendizaje de los procedimientos científicos.
5. Cabe la posibilidad de que puedan convertirse en una base sólida sobre la que fomentar actitudes relacionadas con el conocimiento científico tales como: la curiosidad, la confianza en los recursos propios, apertura hacia los demás, etc.

Dentro de este capítulo cuando hablamos de los objetivos podemos hacerlo de manera general o en particular, llevadas todas ellas de manera complementaria y cuyo fin es lograr una formación científica básica.

Los objetivos generales por lo normal son:

- Incrementar la motivación de los alumnos hacia las ciencias experimentales.
- Favorecer el entendimiento de determinados aspectos teóricos, mediante el uso de la experiencia y los conocimientos previos en un proceso de investigación donde el alumno debe desarrollar sus capacidades, habilidades y destrezas previas.

- Enseñar técnicas específicas, así como desarrollar estrategias de investigación.
- Promover actitudes relacionadas con el trabajo práctico como es además de la motivación, la creatividad, la imaginación, la cooperación entre compañeros, etc.

Y en particular, están los objetivos que se plantean dentro de una actividad práctica y para ello hay que tener en cuenta:

- ✓ Dedicar el tiempo necesario para la ejecución de la actividad práctica.
- ✓ Tener claro saber utilizar las diferentes técnicas instrumentales y la interpretación de los contenidos teóricos que han de emplearse dentro de cada actividad.
- ✓ Centrar cada actividad en pocos objetivos y hacerlos de forma secuencial para facilitar la comprensión de los conocimientos básicos por parte del alumnado, y siempre dedicado a un mismo contenido a pesar de los complejos que puedan aparecer.

### **3.4.2.- Relación entre conocimientos teóricos (conceptual) y trabajos prácticos (metodológico).**

El contexto donde tienen lugar los trabajos prácticos es el idóneo además de para la interacción entre el profesor y el alumnado, para la relación entre las ideas y las pruebas empíricas de la observación y experimentación, las cuales son claves en las mejoras de la iniciación científica en la E.S.O (Perales, F. J. y Cañal, P., 2000, y citado por del Carmen, 2009).

Cuando en un trabajo práctico se les aporta un material a un grupo de alumnos y se les plantea unas preguntas, lo que se espera por parte de ellos es que tengan las ideas “claras”, es decir, tener en mente unos conocimientos teóricos destacados ya interiorizados de las clases teóricas. Estas son ideas implícitas o explícitas propias del alumnado, a partir del cual harán uso durante la observación o experimento del material aportado a la práctica y sacarán una interpretación determinada. Pues en el caso de que no se modifiquen en principio estas “ideas previas”, puede que el resultado no sea el esperado y el propio alumno este dando un significado totalmente diferente a lo que pretendía dársele. Por ello es imprescindible la formulación de preguntas partiendo de las ideas o intereses que se tengan, creando un ambiente dialogante entre los alumnos, el profesor y las observaciones realizadas para poder interpretarlas de forma coherente desde unas teorías determinadas, luego es fundamental las relaciones que se establezcan entre los aspectos teóricos y los datos obtenidos en el trabajo práctico en la construcción del conocimiento científico. Lo recomendable entonces sería que entre los distintos tipos de actividades que se trabajan, llevar una continuidad donde se favorezca esta relación entre los contenidos teóricos y los

procedimientos prácticos (del Carmen, 2009).

### 3.4.3.- Tipos de trabajos prácticos.

Desde hace algunos años diversos autores han sugerido clasificaciones para los trabajos prácticos de tipo experimental en consonancia con sus objetivos, pero actualmente la clasificación que se ha impuesto es la de Caamaño (2003) donde propone exclusivamente 4 tipos de trabajos prácticos:

1. **Experiencias**: Actividades prácticas destinadas a adquirir una familiarización apreciable con los fenómenos. Los objetivos que persigue son:
  - La adquisición de experiencia de “primera mano” sobre todos los fenómenos que tienen que ver con el mundo físico, químico, biológico y geológico para proyectar que se ha dado un entendimiento teórico
  - Se da por sobreentendido un conocimiento cuyo empleo puede ser utilizado en la resolución de problemas.
2. **Experimentos ilustrativos**: Designados para interpretar un fenómeno, demostrar un principio, o manifestar una relación entre variables. Puede aproximarse de manera cualitativa o cuantitativa al fenómeno, y llevado a cabo por el profesor recibe el nombre de “demostraciones”.
3. **Ejercicios prácticos**: Actividades diseñadas para aprender unos determinados procedimientos o destrezas, o para efectuar experimentos cuantitativos que corroboren la teoría.
  - Para el aprendizaje de procedimientos o destrezas en prácticas de laboratorio, intelectuales o de comunicación.
  - Para corroborar la teoría: Actividades enfocadas tanto en la relación entre variables como diseñadas para ilustrar los aspectos teóricos presentados previamente, durante la cual en su realización se aprenden igualmente destrezas prácticas, intelectuales y de comunicación.

Este tipo de trabajo práctico es uno de los más empleados en las clases de ciencias. Y ya la última está enfocada en las investigaciones, donde se le da la libertad al alumnado para que ellos mismos puedan planificarse y ser conscientes del procedimiento que van a seguir a la hora de resolver el problema que se les propone (Caamaño, 2002).

4. **Investigación**: Actividad orientada a resolver un problema teórico o práctico, con la realización de un experimento y la evaluación del resultado. Dentro de este se pueden diferenciar:

- Investigaciones para resolver problemas teóricos: Sirve para contrastar hipótesis o determinar relaciones entre variables en el marco de las teorías.
- Investigaciones para resolver problemas prácticos: Su objetivo principal es la comprensión procedimental de la ciencia a través de la planificación y construcción de investigaciones para resolver problemas, siempre y cuando sea en el contexto de la vida cotidiana.

#### **3.4.4.- Percepción atomística y holística.**

Durante la realización de los trabajos prácticos se puede establecer un debate, en relación hacia donde va a tornar el aprendizaje de los procesos, ya que si estos procesos prosperan de manera aislada al trabajo práctico investigativo nos encontraríamos ante una percepción atomista, en la cual esta defiende la necesidad de realizar actividades prácticas enfocadas en ejercicios diseñados para el aprendizaje de los procedimientos más básicos, antes de entrar en profundidad en las actividades de carácter práctico. Lo que supone “crear el todo por combinación de una serie de partes o componentes”, sus defensores determinan que el alumnado debería tomar primero como base las habilidades necesarias para después ponerlas en práctica en los trabajos de carácter práctico, ya que si no dedicarían la actividad práctica al aprendizaje de los procedimientos.

Y en cambio, si el aprendizaje de los procesos ocurre durante la realización del trabajo práctico investigativo nos estaríamos refiriendo a la percepción holística, donde los alumnos aprenderán los procedimientos y habilidades básicas durante el transcurso de la actividad práctica y no antes de las investigaciones cómo determinaba la percepción atomística. Los constructivistas han sido de los más críticos con la percepción atomística por el hecho de poner en duda que los procedimientos y habilidades básicas aprendidas durante un proceso concreto puedan ser extrapoladas por los alumnos a otras situaciones totalmente diferentes de donde han sido aprendidas (Caamaño, 1992), a diferencia de la percepción holística por la cuál ha sido en todo su extensión apoyada.

#### **3.4.5.- Aspectos a considerar en el diseño de los trabajos prácticos.**

Durante la revisión efectuada en la literatura científica sobre los trabajos prácticos, vamos a considerar en la preparación de los trabajos prácticos: la secuencia de actividades que se desarrollarán con los alumnos, prever el tiempo que piensa dedicársele a las prácticas, la forma de agrupar a los alumnos y los recursos necesarios para efectuar las prácticas.



De cara a lo expuesto por del Carmen (2000), estos son algunos de los aspectos a tener en cuenta en el diseño de un trabajo práctico:

**1) Agrupamiento del alumnado:**

Aunque los trabajos prácticos pueden realizarse de manera individual, es recomendable que se realicen en pequeños grupos de unos tres a cuatro alumnos, para favorecer el intercambio de información, el trabajo cooperativo y la participación directa de los alumnos. En grupos más numerosos de más de cinco alumnos estos suelen ser poco operativos y puede haber discrepancias a la hora de plantear las conclusiones sacadas en cada miembro del grupo.

Por otro lado, a la hora de formar grupos lo ideal es que sean grupos heterogéneos, ya que se favorece la enseñanza entre iguales y el aprendizaje significativo, además de crear un buen clima de aula.

**2) Las previsiones del tiempo:**

Si es la primera vez que se va a desarrollar un trabajo práctico lo normal es que la previsión del tiempo que se dedicara a la actividad práctica sea poco precisa, y como consecuencia esto conlleva a acelerar el ritmo de la clase, y que los alumnos se estresen y acaben la actividad de cualquier manera, dejando de lado el análisis, el debate y las conclusiones sobre lo trabajado en clase. Por lo que se recomienda ser generosos a la hora de calcular el tiempo requerido para la realización de las actividades, y si en algún momento el trabajo práctico se queda sin terminar, se anota por donde se han quedado los alumnos y en la próxima sesión se sigue con un resumen de lo realizado en la clase anterior.

**3) Realización previa de las actividades por parte del profesor:**

Es necesario que el docente realice previamente el trabajo práctico antes que los alumnos, ya que se les puede presentar problemas del tipo cómo no saber responder a las preguntas planteadas por los alumnos. Por lo que es necesaria la ejecución de la actividad práctica a manos del profesor para poder visualizar las dificultades a las que se tendrá que enfrentar el alumnado, así como analizar las observaciones menos claras, disponer del material adecuado para las prácticas y elaborar una guía adaptada a los alumnos.

**4) Presentación y conducción de los trabajos prácticos:**

Anteriormente se ha comentado sobre la necesidad de conseguir “conectar” con los alumnos para que así se interesen por el tema en cuestión. Lo que mejor funciona para incentivar su motivación es a través de sus inquietudes e intereses, y lo más cercano posible a la vida cotidiana.



Dentro de la conducción de los trabajos prácticos, lo primero que hay que hacer es una leve introducción de lo que han de realizar los alumnos, y a partir de ese momento dejarlos trabajar tranquilamente para que desarrollen su propia dinámica. Se aconseja que el docente se pase durante la realización de las prácticas, al menos dos veces por los puestos de trabajo donde estén trabajando el grupo de alumnos. En la primera ronda no tiene que intervenir en la dinámica de los alumnos, sólo dedicarse a observar, ya en la segunda vuelta sí debe preocuparse por ver el avance de los grupos y por resolver las posibles dudas que estos puedan tener. En los últimos minutos de la sesión se aconseja hacer una puesta en común de los avances/resultados logrados por los diferentes grupos. De no haber dado tiempo de acabar en esa sesión, se continuará en la siguiente, previo resumen (realizado por el docente) de lo desarrollado en la clase anterior.

Durante las sesiones dedicadas a un mismo trabajo práctico lo ideal sería que los alumnos en un cuaderno fuesen tomando nota, de forma individual, de cualquier tipo de proceso, observación, hipótesis, duda, dibujo, reflexiones, que le facilitase el aprendizaje significativo.

#### 5) **La evaluación de los alumnos:**

Se han comentado diferentes aspectos relacionados con la evaluación de los alumnos que se suele abordar desde tres puntos diferentes. Primero se debe valorar mediante el planteamiento de diferentes problemas que debe resolver los alumnos, el avance cognitivo mostrado por los mismos desde el inicio (las ideas previas) hasta el final (las conclusiones). El segundo consiste en una valoración mediante la observación, en la cual se debe tener en cuenta la actitud, el trabajo diario, el desarrollo de ciertas habilidades, etc. Y para finalizar, el tercer punto consiste en la valoración de un producto final que desarrollarán los alumnos de forma individual o en grupo, en la que dicho producto consistirá en un informe escrito donde el alumnado plasmará la interrelación entre el proceso seguido en el avance del trabajo práctico y la “evolución” de las ideas sufridas hasta alcanzar los conocimientos científicos reales. Para hacer más fácil esta tarea utilizarán el cuaderno de trabajo personal desarrollado durante el transcurso de las sesiones.

### **3.4.6.- Trabajos prácticos a modo de modelos de “receta” e investigación.**

En relación al diseño de las prácticas, una de las clasificaciones que mejor se han hecho de los trabajos prácticos es en cuanto a su división en 2 modelos genéricos: modelo de receta e investigación, donde se atiende a cómo se lleva a cabo la actividad práctica y las diferencias

que pueden existir entre ambos modelos (Caamaño, 1992 y Etxabe, J.M, 2001).

- **Modelo de Receta:** Los trabajos prácticos que se guían por este modelo lo que hace es que los alumnos sigan una guía de actuación donde aparecen establecidos todos los pasos expresados de manera detallada, que los alumnos deben de cumplir rigurosamente sí quieren lograr la correcta realización del trabajo práctico. En todo momento los alumnos deben guiarse por esta receta, lo que quiere decir que aptitudes tan destacables como la imaginación, creatividad, innovación...pasan a quedarse en un segundo plano. Al final de este tipo de actividades normalmente se establecen una serie de preguntas para averiguar que el alumno ha entendido la práctica y su finalidad, algo que no queda muy claro entre los estudiantes.

Estos trabajos prácticos llevados a cabo por el modelo receta es el más utilizado por los profesores de la Educación Secundaria Obligatoria, por el simple hecho de ser más rápidos de hacer y el cuál consume menos tiempo, a diferencia de la práctica que se haga de una manera más abierta.

- **Modelo de Investigación:** En este modelo, los alumnos disponen de toda la libertad necesaria para plantear, planificar y diseñar la forma de resolver el problema programado por el profesor. Los alumnos hacen uso de la indagación como herramienta durante la ejecución de la actividad, lo que les permite utilizar mecanismos propios del método científico como la realización de experimentos, formulación de hipótesis, etc., para lograr la construcción del conocimiento, a diferencia del modelo de receta que no tiene lugar hasta el final de la misma.

Dentro de este modelo, según (Cristóbal, C. y García, H., 2013), el profesor tomará el siguiente papel:

- Tienen conocimiento de la estrategia de indagación científica.
- Tienen dominio teórico de los contenidos del área.
- Seleccionan los medios y materiales, de acuerdo al grupo de trabajo y las necesidades del contexto.
- Están capacitados para responder a las preguntas formuladas por los alumnos
- Plantean actividades que permitan al estudiante la reflexión, la necesidad de investigar y resolver situaciones problemáticas.
- Utilizan estrategias para desarrollar el pensamiento crítico y creativo en los estudiantes.

Aunque en la actualidad se hace uso de los modelos receta por ser más rápidos a la hora de realizarse en clase, los resultados obtenidos por los alumnos no suelen ser buenos. Pero en

el modelo de investigación, se puede percibir un importante aprendizaje significativo por parte del alumno ya que es el mismo el que busca sus propias respuestas al problema propuesto por el profesor y se percibe la notable evolución que experimenta el alumno en torno a este modelo llevado a cabo en los trabajos prácticos.

## 4. MARCO CURRICULAR:

Nuestra propuesta didáctica debe regirse en su totalidad a lo establecido en los elementos curriculares de la actual ley vigente, la Ley Orgánica 8/2013, de 9 de Diciembre, para la Mejora de la Calidad Educativa (LOMCE) – Ministerio de Educación, Cultura y Deporte (2013), que modifica la anterior Ley Orgánica 2/2006, de 3 de Mayo, de Educación (LOE).

Basándonos en el Real Decreto 1105/2014, de 26 de Diciembre, donde se instaura el currículo básico para la Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato (MECD, 2015), concerniente a los elementos curriculares tales como los contenidos, criterios de evaluación y estándares de aprendizaje evaluables de cada curso, solamente nos centraremos en algunos apartados de los bloques temáticos de la materia en cuestión. Por un lado para 1º de la ESO en la asignatura de Biología y Geología, y por otro lado para 4º de la ESO en Ciencias Aplicadas a la Actividad Profesional, por la cual los alumnos que opten por cursar este curso se inclinarán por la opción de realizar enseñanzas aplicadas para la iniciación a la Formación Profesional.

Si partimos de lo expuesto en el ANEXO I del Real Decreto 1105/2014, de 26 de Diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato, determina que *“dentro de la Educación Secundaria Obligatoria, el alumnado tiene que adquirir unos conocimientos y destrezas básicas que les permita alcanzar una cultura científica; los alumnos y alumnas deben identificarse como agentes activos, y reconocer que de sus actuaciones y conocimientos dependerá el desarrollo de su entorno”*.

Aplicado a la Actividad Profesional, *“El conocimiento científico, como un saber integrado que es, capacita a las personas para que comprendan y valoren el papel de la ciencia y sus procedimientos en el bienestar social”*.

Aquí se exponen los objetivos que se pretenden llevar a cabo para cada nivel educativo dentro de nuestro TFM, los contenidos, criterios de evaluación y estándares de aprendizaje que hay que tener en cuenta a la hora de desarrollar nuestro banco de actividades, las competencias clave necesarias para el proceso de enseñanza-aprendizaje del alumno, así como las orientaciones metodológicas que mejor se pueden ajustar a nuestra propuesta didáctica.

Los objetivos que se pretenden alcanzar en el presente banco de actividades prácticas para la asignatura de Biología y Geología de 1º de la ESO vienen definidos en el Anexo II de este TFM.

En cuanto a la asignatura de **Ciencias Aplicadas a la Actividad Profesional** para 4º de la ESO se detalla *“la necesidad de conocer y aplicar los métodos aprendidos de cursos*

*anteriores en los diversos campos del conocimiento como puede ser la Química, Biología o Geología, para identificar los problemas y tratarlos mediante técnicas experimentales que se llevarán a cabo en el laboratorio”.* Los objetivos que vamos a seguir están en el Anexo III.

Teniendo en cuenta todo esto, nuestros trabajos prácticos serán realizados de acuerdo a los contenidos, estándares de aprendizaje y criterios de evaluación acordados en el Real Decreto 1105/2.014, de 26 de Diciembre, y la Orden de 14 de julio de 2016, por la que se desarrolla el currículo correspondiente a la Educación Secundaria Obligatoria en la Comunidad Autónoma de Andalucía.

Tabla 2. Contenidos, criterios de evaluación y estándares de aprendizaje evaluables correspondientes a la asignatura de Biología y Geología de 1º de ESO. En negrita están señalados los contenidos, criterios de evaluación y estándares de aprendizaje evaluables que van a ser trabajados en la propuesta.

BIOLOGÍA Y GEOLOGÍA - 1º ESO		
Contenidos	Criterios de evaluación	Estándares de aprendizaje
Bloque 1: Habilidades, destrezas y estrategias. Metodología científica		
<p><b>La metodología científica.</b> Características básicas.</p> <p><b>La experimentación en Biología y Geología: obtención y selección de información a partir de la selección y recogida de muestras del medio natural.</b></p>	<p><b>1. Utilizar adecuadamente el vocabulario científico en un contexto adecuado a su nivel.</b></p> <p><b>2. Buscar, seleccionar e interpretar la información de carácter científico y utilizar dicha información para formarse una opinión propia, expresarse adecuadamente y argumentar sobre problemas relacionados con el medio natural.</b></p> <p><b>3. Realizar un trabajo experimental</b> con ayuda de un guion de prácticas de laboratorio o de campo <b>describiendo su ejecución e interpretando sus resultados.</b></p>	<p><b>1.1. Identifica los términos más frecuentes del vocabulario científico, expresándose de forma correcta tanto oralmente como por escrito.</b></p> <p><b>2.1. Busca, selecciona e interpreta la información de carácter científico a partir de la utilización de diversas fuentes.</b></p> <p><b>2.2. Transmite la información seleccionada de manera precisa utilizando diversos soportes.</b></p> <p><b>2.3. Utiliza la información de carácter científico para formarse una opinión propia y argumentar sobre problemas relacionados.</b></p>

	<p><b>4. Utilizar correctamente los materiales e instrumentos básicos de un laboratorio, respetando las normas de seguridad del mismo.</b></p>	<p><b>3.1. Desarrolla con autonomía la planificación del trabajo experimental, utilizando tanto instrumentos ópticos de reconocimiento, como material básico de laboratorio, argumentando el proceso experimental seguido, describiendo sus observaciones e interpretando sus resultados.</b></p> <p><b>4.1. Conoce y respeta las normas de seguridad en el laboratorio, respetando y cuidando los instrumentos y el material empleado.</b></p>
<p>Bloque 4: Los ecosistemas</p>		
<p>Ecosistema: identificación de sus componentes. Factores abióticos y bióticos en los ecosistemas. Ecosistemas acuáticos. Ecosistemas terrestres. Factores desencadenantes de desequilibrios en los ecosistemas. Acciones que favorecen la conservación del medio ambiente. <b>El suelo como ecosistema.</b> Principales ecosistemas andaluces.</p>	<p>1. Diferenciar los distintos componentes de un ecosistema. 2. Identificar en un ecosistema los factores desencadenantes de desequilibrios y establecer estrategias para restablecer el equilibrio del mismo. 3. reconocer y difundir acciones que favorecen la conservación del medio ambiente. <b>4. Analizar los componentes del suelo y esquematizar las relaciones que se establecen entre ellos.</b> <b>5. Valorar la importancia del suelo y los riesgos que</b></p>	<p>1.1. Identifica los distintos componentes de un ecosistema. 2.1. Reconoce y enumera los factores desencadenantes de desequilibrios en un ecosistema. 3.1. Selecciona acciones que previenen la destrucción del medioambiente. <b>4.1. Reconoce que el suelo es el resultado de la interacción entre los componentes bióticos y abióticos, señalando alguna de sus interacciones.</b> <b>5.1. Reconoce la fragilidad del suelo y valora la necesidad de protegerlo.</b></p>

	<b>comporta su sobreexplotación, degradación o pérdida.</b>	
--	---	--



**NOTA:** Estos son los elementos curriculares que vamos a tener presente a la hora de elaborar nuestra propuesta didáctica para 1ºESO. Al hablar del suelo lo trataremos desde el punto de vista de un ecosistema, pero teniendo en cuenta que aunque no aparece expresamente, desde un punto de vista disciplinar, el contenido suelo también podría abordarse desde el estudio de los procesos geológicos externos. Estos procesos geológicos externos, según la Orden de 14 de Julio (CE, 2016) tienen cabida en el bloque 3 de contenidos de 3º curso de la ESO de la asignatura “Biología-Geología”. No obstante, este tema será tratado de una manera más somera puesto que en 1ºESO no se desarrolla como tal. Para cada actividad práctica se establecerán unos elementos curriculares específicos de acuerdo a lo establecido en el presente curriculum para la educación secundaria y estas serán las claves que los alumnos deben de cumplir cuando estén desarrollando la tarea.

Tabla 3. Contenidos, criterios de evaluación y estándares de aprendizaje evaluables correspondientes a la asignatura de Ciencias Aplicadas a la Actividad Profesional de 4º de ESO. En negrita están señalados los contenidos, criterios de evaluación y estándares de aprendizaje evaluables que van a ser trabajados en la propuesta.

<b>CIENCIAS APLICADAS A LA ACTIVIDAD PROFESIONAL – 4º ESO</b>		
<b>Contenidos</b>	<b>Criterios de evaluación</b>	<b>Estándares de aprendizaje</b>
<b>Bloque 1: Técnicas Instrumentales Básicas</b>		
<b>Laboratorio: organización, materiales y normas de seguridad.</b> <b>Utilización de herramientas TIC para el trabajo experimental del</b>	<b>1. Utilizar correctamente los materiales y productos del laboratorio.</b> <b>2. Cumplir y respetar las normas de seguridad e higiene del laboratorio.</b> <b>3. Contrastar algunas hipótesis basándose en la experimentación,</b>	<b>1.1. Determina el tipo de instrumental de laboratorio necesario según el tipo de ensayo que va a realizar.</b> <b>2.1. Reconoce y cumple las normas de seguridad e higiene que rigen en los</b>

<p><b>laboratorio.</b></p> <p><b>Técnicas de experimentación en Física, Química, Biología y Geología.</b></p> <p>Aplicaciones de la ciencia en las actividades laborales.</p>	<p><b>recopilación de datos y análisis de resultados.</b></p> <p>4. Aplicar las técnicas y el instrumental apropiado para identificar magnitudes.</p> <p>5. Preparar disoluciones de diversa índole, utilizando estrategias prácticas.</p> <p>6. Separar los componentes de una mezcla utilizando las técnicas instrumentales apropiadas.</p> <p>7. Predecir qué tipo de biomoléculas están presentes en distintos tipos de alimentos.</p> <p>8. Determinar qué técnicas habituales de desinfección hay que utilizar según el uso que se haga del material instrumental.</p> <p>9. Precisar las fases y procedimientos habituales de desinfección de materiales de uso cotidiano en los establecimientos sanitarios, de imagen personal, de tratamientos de bienestar y en las industrias y locales relacionados con las industrias alimentarias y sus aplicaciones.</p> <p>10. Analizar los procedimientos instrumentales que se utilizan en diversas industrias como la alimentaria, agraria, farmacéutica, sanitaria, imagen personal, entre otras.</p> <p>11. Contrastar las posibles aplicaciones científicas en los campos profesionales directamente</p>	<p><b>trabajos de laboratorio.</b></p> <p><b>3.1. Recoge y relaciona datos obtenidos por distintos medios para transferir información de carácter científico.</b></p> <p>4.1. Determina e identifica medidas de volumen, masa o temperatura utilizando ensayos de tipo físico o químico.</p> <p>5.1. Decide qué tipo de estrategia práctica es necesario aplicar para el preparado de una disolución concreta.</p> <p>6.1. Establece qué tipo de técnicas de separación y purificación de sustancias se deben utilizar en algún caso concreto.</p> <p>7.1. Discrimina qué tipos de alimentos contienen a diferentes biomoléculas.</p> <p>8.1. Describe técnicas y determina el instrumental apropiado para los procesos cotidianos de desinfección.</p> <p>9.1. Resuelve sobre medidas de desinfección de materiales de uso cotidiano en distintos tipos de industrias o de medios profesionales.</p> <p>10.1. Relaciona distintos</p>
---	---	--



	relacionados con su entorno.	procedimientos instrumentales con su aplicación en el campo industrial o en el de servicios.  11.1. Señala diferentes aplicaciones científicas con campos de la actividad profesional de su entorno.
<b>Bloque 2: Aplicaciones de la ciencia en la conservación del medio ambiente</b>		
<p>Contaminación: concepto y tipos.</p> <p><b>Contaminación del suelo. Contaminación del agua.</b></p> <p>Contaminación del aire. Contaminación nuclear. Tratamiento de residuos. nociones básicas y experimentales sobre química ambiental. Desarrollo sostenible.</p>	<p>1. Precisar en qué consiste la contaminación y categorizar los tipos más representativos.</p> <p>2. Contrastar en qué consisten los distintos efectos medioambientales tales como la lluvia ácida, el efecto invernadero, la destrucción de la capa de ozono y el cambio climático.</p> <p><b>3. Precisar los efectos contaminantes que se derivan de la actividad industrial y agrícola, principalmente sobre el suelo.</b></p> <p>4. Precisar los agentes contaminantes del agua e informar sobre el tratamiento de depuración de las mismas. Recopilar datos de observación y experimentación para detectar contaminantes en el agua.</p> <p>5. Precisar en qué consiste la contaminación nuclear, reflexionar sobre la gestión de los residuos nucleares y valorar críticamente la utilización de la energía nuclear.</p> <p>6. Identificar los efectos de la radiactividad sobre el medio</p>	<p>1.1. Utiliza el concepto de contaminación aplicado a casos concretos.</p> <p>1.2. Discrimina los distintos tipos de contaminantes de la atmósfera, así como su origen y efectos.</p> <p>2.1. Categoriza los efectos medioambientales conocidos como lluvia ácida, efecto invernadero, destrucción de la capa de ozono y el cambio global a nivel climático y valora sus efectos negativos para el equilibrio del planeta.</p> <p><b>3.1. Relaciona los efectos contaminantes de la actividad industrial y agrícola sobre el suelo.</b></p> <p>4.1. Discrimina los agentes contaminantes del agua, conoce su tratamiento y diseña algún ensayo sencillo de laboratorio para su detección.</p>

	<p>ambiente y su repercusión sobre el futuro de la humanidad.</p> <p>7. Precisar las fases procedimentales que intervienen en el tratamiento de residuos.</p> <p>8. Contrastar argumentos a favor de la recogida selectiva de residuos y su repercusión a nivel familiar y social.</p> <p><b>9. Utilizar ensayos de laboratorio relacionados con la química ambiental, conocer qué es la medida del pH y su manejo para controlar el medio ambiente.</b></p> <p>10. Analizar y contrastar opiniones sobre el concepto de desarrollo sostenible y sus repercusiones para el equilibrio medioambiental.</p> <p>11. Participar en campañas de sensibilización, a nivel del centro educativo, sobre la necesidad de controlar la utilización de los recursos energéticos o de otro tipo.</p> <p>12. Diseñar estrategias para dar a conocer a sus compañeros y compañeras y personas cercanas la necesidad de mantener el medio ambiente.</p>	<p>5.1. Establece en qué consiste la contaminación nuclear, analiza la gestión de los residuos nucleares y argumenta sobre los factores a favor y en contra del uso de la energía nuclear.</p> <p>6.1. Reconoce y distingue los efectos de la contaminación radiactiva sobre el medio ambiente y la vida en general.</p> <p>7.1. Determina los procesos de tratamiento de residuos y valora críticamente la recogida selectiva de los mismos.</p> <p>8.1. Argumenta los pros y los contras del reciclaje y de la reutilización de recursos materiales.</p> <p><b>9.1. Formula ensayos de laboratorio para conocer aspectos desfavorables del medioambiente.</b></p> <p>10.1. Identifica y describe el concepto de desarrollo sostenible, enumera posibles soluciones al problema de la degradación medioambiental.</p> <p>11.1. Aplica junto a sus compañeros medidas de control de la utilización de los recursos e implica en el mismo al propio centro</p>
--	--	---

		<p>educativo.</p> <p>12.1. Plantea estrategias de sostenibilidad en el entorno del centro.</p>
<b>Bloque 4: Proyecto de investigación</b>		
<b>Proyecto de investigación.</b>	<p><b>1. Planear, aplicar e integrar las destrezas y habilidades propias del trabajo científico.</b></p> <p><b>2. Elaborar hipótesis y contrastarlas, a través de la experimentación o la observación y argumentación.</b></p> <p><b>3. Discriminar y decidir sobre las fuentes de información y los métodos empleados para su obtención.</b></p> <p><b>4. Participar, valorar y respetar el trabajo individual y en grupo.</b></p> <p><b>5. Presentar y defender en público el proyecto de investigación realizado.</b></p>	<p><b>1.1. Integra y aplica las destrezas propias de los métodos de la ciencia.</b></p> <p><b>2.1. Utiliza argumentos justificando las hipótesis que propone.</b></p> <p><b>3.1. Utiliza diferentes fuentes de información, apoyándose en las TIC, para la elaboración y presentación de sus investigaciones.</b></p> <p><b>4.1. Participa, valora y respeta el trabajo individual y grupal.</b></p> <p>5.1. Diseña pequeños trabajos de investigación sobre un tema de interés científico-tecnológico, animales y/o plantas, los ecosistemas de su entorno o la alimentación y nutrición humana para su presentación y defensa en el aula.</p> <p><b>5.2. Expresa con precisión y coherencia tanto verbalmente como por escrito las conclusiones de sus investigaciones.</b></p>



**NOTA: Estos son los elementos curriculares que vamos a tener presente a la hora de elaborar nuestra propuesta didáctica para 4ºESO. Quiero hacer especial énfasis en un punto concreto relacionado con la contaminación de suelos, dado que los suelos en profundidad pueden contener acuíferos subterráneos y por ello he señalado en la parte de contenidos “la contaminación del agua”, pero esta no se va a tratar aquí puesto que la temática a la que nos referimos es el suelo, pero que ambas están relacionadas de manera directa.**

**Para cada actividad práctica se establecerán unos elementos curriculares específicos de acuerdo a lo establecido en el presente curriculum para la educación secundaria. Estas serán las claves que los alumnos deben de cumplir cuando estén desarrollando la tarea.**

La Ley 17/2007, de 10 de diciembre, de educación de Andalucía, las orientaciones de la Unión europea, así como la orden ECD/65/2015, de 21 de Enero, donde se describen las relaciones entre las competencias, los contenidos y los criterios de evaluación de la Educación Primaria, la Educación Secundaria Obligatoria y el Bachillerato, inciden en la necesidad de la adquisición de las competencias clave por parte de la ciudadanía como condición indispensable para lograr que las personas puedan alcanzar su pleno desarrollo individual, social y profesional.

El aprendizaje basado en competencias, se centra en la demostración de los resultados de aprendizaje deseados como el centro del proceso de aprendizaje del estudiante. Aunque nuestra propuesta este centrada principalmente en la competencia científica, no debemos dejar de lado estas competencias clave como parte sustancial en el proceso de enseñanza-aprendizaje de los alumnos.

Las competencias clave que vamos a tratar son las siguientes:

- **Competencia en comunicación lingüística (CCL):** Es el resultado de la comunicación entre los miembros del grupo. La comunicación oral en cuanto a argumentar, debatir, discutir, etc.; y la escrita a la hora de formular sus hipótesis, obtener resultados y sacar sus conclusiones, son los instrumentos que se van a seguir en los trabajos prácticos.
- **Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología (CMCT):** En nuestros trabajos prácticos emplearemos ambas competencias de la siguiente manera:
  - La **competencia matemática** destaca la realización de una serie de mediciones y cálculos por parte de los alumnos para obtener unos resultados matemáticos.
  - En las **competencias básicas en ciencia y tecnología** se abordan los

conocimientos científicos para poder trabajar sobre el suelo, por tanto los alumnos deben hacer uso y manipulación de herramientas y maquinas tecnológicas (tanto de laboratorio como para obtener información sobre las actividades en cuestión), para poder resolver el problema planteado y llegar a una conclusión tras el experimento.

- **Competencia digital (CD):** Uso de las tecnologías de la información para la búsqueda de pruebas. Es importante hacer buen uso de estas tecnologías a la hora de usarlas en nuestra propuesta didáctica.
- **Competencia para Aprender a aprender (CPAA):** Es imprescindible destacar la motivación y la confianza por parte del alumno para la adquisición de esta competencia. Que tengan la habilidad para poner en práctica estrategias vinculadas al afrontamiento de procesos de aprendizaje autónomo, por medio de estrategias como la planificación, la supervisión y la evaluación del trabajo práctico, que les haga ser más eficaces y autónomos.
- **Competencias sociales y cívicas (CSV):** Básicamente consiste en saber trabajar en grupo, tener aptitudes que favorezcan las relaciones entre los alumnos durante el desarrollo de las actividades, tales como la capacidad de comunicarse de manera constructiva, mostrar tolerancia hacia los planteamientos u opiniones ajenas o comprender los puntos de vista diferentes.
- **Sentido de la iniciativa y espíritu emprendedor (SIE):** Es la predisposición a la hora de realizar el experimento, la autoestima, el interés y el esfuerzo que desarrollen durante la ejecución del mismo, para cumplir finalmente con los objetivos establecidos en los trabajos prácticos.

Según el **ANEXO II** sobre “las orientaciones para facilitar el desarrollo de estrategias metodológicas que permitan trabajar por competencias en el aula” de la Orden ECD/65/2.015, de 21 de Enero, estas pueden ser extrapoladas a la metodología propuesta en este TFM y son las siguientes:

- Los métodos deberán partir del profesor cuyo rol será el de orientar, promover y facilitar el desarrollo competencial en los alumnos, si bien deberán estos hacer uso de los distintos tipos de conocimientos, destrezas, actitudes y valores para resolver los problemas que se les planteen.
- Despertar la motivación y la necesidad por aprender por parte de los alumnos, que implica un nuevo planteamiento del papel del alumno, activo y autónomo, consciente de ser el responsable de su aprendizaje.
- El uso de metodologías activas y contextualizadas que faciliten la participación e implicación del alumnado, así como la adquisición y uso de conocimientos en situaciones

reales, que serán las que generen aprendizajes más transferibles y duraderos.

- Las metodologías contextualizadas y que permiten el aprendizaje por proyectos, que favorecen la participación activa y de diversas capacidades científicas, como: experimentación, la reflexión, la crítica, la elaboración de hipótesis y la tarea investigadora.

Basándonos en todo lo comentado anteriormente, nuestra propuesta didáctica se ajusta a los requisitos correspondientes a los elementos curriculares del curriculum para cada etapa educativa que va desde los contenidos hasta las estrategias metodológicas, y siempre teniendo en cuenta en todo momento la adquisición de las competencias clave como el producto de todo el proceso de aprendizaje del alumno.

## 5. BANCO DE ACTIVIDADES:

El banco de actividades diseñado en este TFM se centra en el diseño de unos trabajos prácticos con metodología IBSE que incide tanto en la indagación como en la modelización de fenómenos naturales. El alumnado llevará a cabo unos procesos propios del trabajo científico como son la observación de fenómenos, la formulación de hipótesis, diseño experimental, el uso de materiales experimentales, la recogida y análisis de los datos aportados por el experimento, así como las conclusiones sacadas al respecto (se tendrá muy en cuenta la competencia científica).

### BIOLOGÍA Y GEOLOGÍA DE 1º DE LA E.S.O.

#### TRABAJO PRÁCTICO N°1: Textura y estructura del suelo.

##### Fundamentación

El suelo es un sistema heterogéneo, polifásico, particulado, disperso y poroso, en la cual existen 2 tipos de componentes: bióticos (los seres vivos) y abióticos (materia mineral, agua y aire). Como valores medios, el suelo dispone del 50% del volumen de componentes sólidos (45% mat.mineral y 5% mat.orgánica) y luego el otro 50% estaría asociado a la presencia de agua y de aire en los poros. Lo que se pretende con esta actividad es que los alumnos puedan identificar los distintos tipos de materiales que existen en el suelo (textura) clasificados por sus diferentes tamaños, formas y grados de desarrollo de los agregados, además de ver la forma en la que se organizan en el subsuelo (estructura) y para ello tendremos muy en cuenta las causas que han dado forma a esta morfología tan característica.

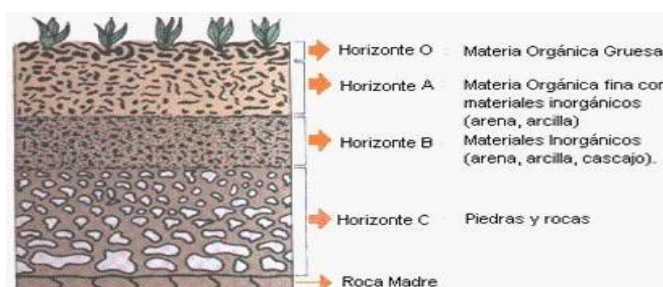


Figura 3. Estructura en profundidad de las capas que forman el suelo. Sacado del blog “Huerto ecológico colegio Ginés Morata”.

##### Elementos curriculares específicos

Objetivos	Contenidos	Criterios de evaluación
-----------	------------	-------------------------

<p>1. Identificar los componentes del suelo y constituir las relaciones que se establecen entre ellos.</p> <p>2. Familiarizarse con el uso de utensilios de laboratorio.</p> <p>3. Resolver un problema siguiendo la metodología científica.</p>	<p>Textura del suelo: Componentes y su origen.</p> <p>El método científico como medio para el conocimiento objetivo y experimental.</p> <p>La importancia de un buen comportamiento por parte de los alumnos, cuidando el material de laboratorio y siendo responsables de su limpieza y cuidado.</p>	<p>1. Distingue los diferentes componentes que forman el suelo y reflexiona sobre su formación en profundidad.</p> <p>2. Conoce la metodología científica: crea hipótesis y sabe contrastarlas, recopila información, discute los resultados del experimento, y saca conclusiones sensatas y objetivas.</p> <p>3. Tiene una buena disciplina en la clase y colabora en la limpieza y orden del instrumental de laboratorio.</p>
<p>Competencias clave</p>		<p>Sub-competencias de la competencia científica</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Competencia lingüística.</li> <li>• Competencia matemática y competencia básica en ciencia y tecnología.</li> <li>• Competencia digital.</li> <li>• Competencia científica.</li> <li>• Competencia para Aprender a aprender.</li> <li>• Competencias sociales y cívicas.</li> <li>• Sentido de la iniciativa y espíritu emprendedor.</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Desarrollar preguntas científicas y diseñar experimentos en el laboratorio.</li> <li>○ Explicar los fenómenos científicos.</li> <li>○ Interpretar los resultados científicamente, elaborar y presentar las conclusiones.</li> </ul>

Tabla 4: Elementos curriculares referentes al trabajo práctico presentado aquí, según el R.D. 1105/2014, de 26 de Diciembre y la Orden del 14 de Julio de 2016 (MECD, 2015).

### **Descripción detallada de la actividad**

#### **1º Parte: Planteamiento de un problema y formulación de una hipótesis**

En primer lugar este trabajo práctico tendrá lugar en el laboratorio por motivos de organización y limpieza. Será necesario que el alumno lleve consigo un pequeño cuaderno donde apuntar toda la información referente a las ideas sacadas para solucionar el problema planteado, así como el



registro de todos los pasos que se han llevado a cabo en el proceso de indagación.

A continuación se presenta el trabajo práctico a los alumnos, donde el docente leerá en voz alta tanto los objetivos, como los criterios de evaluación y la forma cómo se les va a evaluar.

La práctica comienza con la realización de una serie de preguntas formuladas por parte del profesor al conjunto de la clase para que el alumnado responda oralmente en forma de “lluvia de ideas”, como forma de adentrar a los alumnos en el problema:

**Las preguntas son las siguientes:**

- **Imaginaos que estáis en el campo, a primera vista pensáis que el suelo es totalmente homogéneo o heterogéneo?**
- **¿Pensáis que el suelo está formado por un mismo material?**

Normalmente cuando estamos en el campo, vemos que el material que hay en la superficie es similar en cuanto al tamaño, forma y color. Los alumnos en este punto pueden caer en el error ya que tienen la idea previa de que el suelo ha estado siempre ahí y no conciben su formación (Francek, 2013) y para ello hay que plantearles más preguntas para dar con la clave del tema....

A continuación el profesor les pondrá esta fotografía a los alumnos:



Figura 4: Ejemplo de una tarta de 3 chocolates para aproximar el concepto de textura y estructura de un suelo.

Irenukii (2013). Tarta tres chocolates. dechocolate.net. <http://dechocolate.net/tarta-tres-chocolates/>

- **¿Qué podéis observar en esta imagen? Analizando su estructura, que es lo que destaca?**
- **¿Ocurre lo mismo con el suelo? En caso de ser afirmativa, son todas sus partes iguales en grosor o color?**

Una vez que los alumnos ya son conscientes de que el suelo está formado por una serie de

capas que responden tanto a la distribución de materia orgánica, como a los procesos físico-químicos y biológicos que ocurren en el perfil.

Finalizada la lluvia de ideas, el profesor creará grupos de entre 4 o 5 alumnos organizados por orden de lista, para que estudiantes con distinto nivel se ayuden entre sí, y que sirva de fundamento para motivar a los alumnos.

Por cada grupo el profesor les pasará esta plantilla como guía para averiguar el problema que están tratando:

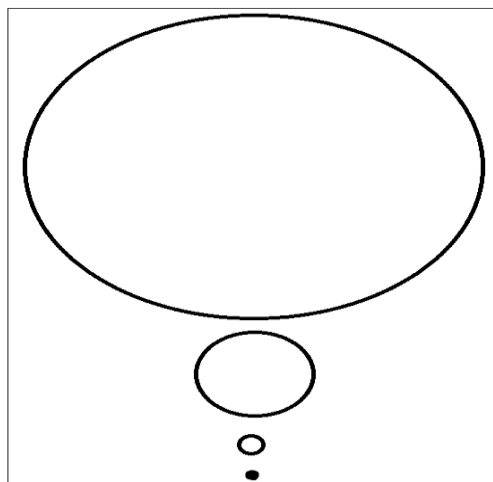


Figura 5: Plantilla que representa el tamaño relativo de las partículas del suelo por del Carmen (1983).

Junto a las preguntas planteadas anteriormente se les formulará otra serie de preguntas, las cuales deberán ser meditadas primero de forma individual y luego en grupo, y son las siguientes:

- **¿De qué tipo de “materia orgánica y materia mineral” pensáis que está constituido el suelo?**
- **¿A qué se debe que a medida que vamos profundizando en el suelo disminuye la materia orgánica y aumenta la materia mineral?**
- **¿Cuál es la razón de la disposición de los materiales en capas?**

Es de esperar que dentro de cada grupo se generen concepciones alternativas muy variadas en torno a las diversas formas de entender la disposición de los materiales en capas.

Primero se les pedirá a cada grupo que responda cada miembro estas tres últimas preguntas de manera individual y lo apunten en su cuaderno, para luego consensuar todas las respuestas entre todos los miembros del grupo en medio de una discusión y debate, para sacar una única explicación que será la hipótesis de partida de cada grupo. Al final del trabajo práctico será cuando deban contrastar sus hipótesis y determinar si se confirman o rechazan.

## 2º Parte: Búsqueda de pruebas

El siguiente paso es buscar información a fin de recopilar pruebas para confirmar o rechazar sus hipótesis, y para ello harán uso de fuentes de información tales como: Internet, revistas científicas, proyectos sobre suelos, etc., a modo de poder explicar las 3 últimas preguntas planteadas y poder resolver el problema.

En torno a la última pregunta se les propondrá realizar un diseño experimental donde puedan comprobar la validez de sus hipótesis y para ello la búsqueda de información debe ir dirigida a dar ideas de cómo plantearían ese fenómeno a una escala más pequeña. Toda la información obtenida y las hipótesis esbozadas por los alumnos deberán ser recogidas en el cuaderno.

Para ello un ejemplo de enlaces existentes donde podrían consultar esta información es:

<b>Páginas web sobre la textura y estructura del suelo</b>	
<b>Textura y estructura del suelo(I)</b>	- <a href="https://es.slideshare.net/cristhianyersonmontalvan/coronel/textura-y-estructura-43054218">https://es.slideshare.net/cristhianyersonmontalvan/coronel/textura-y-estructura-43054218</a>
<b>Experimento capas de la Tierra<sup>4</sup></b>	- <a href="https://www.youtube.com/watch?v=16rvw_I3YQ">https://www.youtube.com/watch?v=16rvw_I3YQ</a>
<b>Textura y estructura del suelo (II)</b>	- <a href="https://prezi.com/ehtds_rnajkp/textura-y-estructura-del-suelo/">https://prezi.com/ehtds_rnajkp/textura-y-estructura-del-suelo/</a>
<b>Experimento de textura del suelo en un tarro</b>	- <a href="https://educaconbigbang.com/2014/01/experimento-de-textura-del-suelo-en-un-tarro/">https://educaconbigbang.com/2014/01/experimento-de-textura-del-suelo-en-un-tarro/</a>

Tabla 5. Pequeño catálogo de páginas web que podría usar el alumno para el proceso de indagación.

Cada miembro del grupo de manera individual establecerá cuál es su diseño experimental y los expondrán a todos los miembros del grupo. El grupo mediante un debate deberán llegar a un acuerdo sobre cuál será el plan de trabajo que van a elaborar, y lo anotarán en sus cuadernos. El profesor encargado de la práctica les proporcionará un armazón básico por donde puedan empezar a trabajar, cómo método para prevenir cualquier tipo de percance que pudieran sufrir. En todo momento, el docente les puede hacer preguntas como un modo para encauzar a los alumnos durante la realización del diseño experimental y que no comentan errores (esto no quiere decir que los corrija, sino que les da pistas) y que les permita reflexionar sobre los conocimientos que tienen sobre el tema y su vínculo con el experimento.

Todas las ideas surgidas en la interacción profesor-alumno y alumno-alumno deben ser

---

<sup>4</sup> El experimento sobre las capas de la Tierra puede servir para guiar a los alumnos. La metodología empleada a lo mejor no es la más parecida a la textura del suelo, pero es un buen ejemplo.

registradas en el cuaderno durante la fase de experimentación.

### **3º Parte: Fase de experimentación**

En esta fase será el profesor quien aporte los recursos necesarios para realizar el experimento, y para ello cuentan con los siguientes materiales:

#### **Materiales**

- ❖ Distintas muestras de suelo (Pueden ser tomadas de cualquier lugar como puede ser: la playa, la montaña, el campo o incluso si en el propio centro educativo disponen de un huerto también vale, claro está otorgándole el consentimiento al profesor para hacer uso de ella)<sup>5</sup>.
- ❖ Martillo.
- ❖ Tabla de madera.
- ❖ Criba (con un tamaño de los agujeros menor a 2 mm).
- ❖ Paleta de jardinería.
- ❖ Regla.
- ❖ Botella de plástico de agua vacía de 1,5 litros.

Una vez que el alumnado ya tenga los materiales, este es el procedimiento que deberían seguir para realizar el experimento.

El alumno debe:

- 1º Esparcir la muestra de suelo sobre la tabla de madera y con el martillo golpear la muestra hasta que los terrones de suelo se hayan deshecho (Anexo IV, imagen nº2).
- 2º Echar la muestra sobre la criba y agitar hasta que ya no pasen más partículas por las ranuras. Las partículas que no atraviesan la criba y se quedan encima, es lo que llamamos grava (Anexo IV, imagen nº3).
- 3º Verter la tierra que pasó a través de la criba con la paleta dentro de la botella de agua vacía.
- 4º Añadir agua a la botella, taponarla y agitarla durante 5 minutos.
- 5º Dejar reposar la botella<sup>6</sup> (Anexo IV, imagen nº4).

---

<sup>5</sup> En el Anexo IV, la imagen nº 1 se me ve representada recogiendo muestras de arena de playa.

<sup>6</sup> Al mismo tiempo que estaba haciendo el experimento con la muestra de playa y arcilla, hice otro ensayo parecido pero con muestra de suelo natural para comparar las capas y sus espesores (Anexo IV, imagen nº5).

6° Medir con la regla la altura de cada capa en mm.

Los grupos trabajaran de acuerdo al diseño experimental que hayan propuesto para hacer el experimento.

### **Duración de la actividad**

De manera esquemática y a modo de guía se muestra a continuación una temporalización para orientar sobre el número de sesiones y el tiempo que se le tiene que dedicar a este trabajo práctico. El número de sesiones puede variar en función del rendimiento que lleve cada grupo y casi siempre tendrá lugar en el laboratorio salvo casos excepcionales.

<b>Sesión</b>	<b>Desarrollo</b>
<b>1</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Presentación del trabajo práctico.</li><li>- Planteamiento del problema a indagar, creación de los grupos de trabajo y formulación de hipótesis.</li></ul>
<b>2</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Búsqueda de información para corroborar las preguntas (45 min.).</li><li>- Planificación del diseño experimental de manera individual (15 min.). En el caso de que no diera tiempo a diseñar el experimento se les dejará un margen de tiempo en la próxima sesión.</li></ul>
<b>3</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- (Continuación). Finalización sobre el plan de trabajo por cada miembro del grupo (30 min.).</li><li>- Discusión y debate en grupo para decidir que diseño experimental es el que va a elaborar (15 min.).</li><li>- Inicio del experimento tras el proceso de indagación (15 min.). En caso de no haberlo acabado se puede dejar para la siguiente sesión.</li></ul>
<b>4</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Desenlace del experimento tras el proceso de indagación (25 min.)</li><li>- Análisis de los resultados observados y corroboración de la hipótesis (35 min.)</li></ul>

<b>5</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Obtención de conclusiones respecto al experimento y diseño de un informe general sobre el trabajo práctico en grupo. Subir el documento al Google Drive<sup>7</sup> (35 min.).</li><li>- Debate entre toda la clase sobre los diseños realizados por cada grupo y análisis crítico sobre los mismos (25 min.).</li></ul>
----------	--

Tabla 6: Temporalización para la ejecución del trabajo práctico.

#### **4º Parte: Análisis de los resultados y contraste de hipótesis**

Una vez finalizado el experimento, los alumnos analizarán e interpretarán los resultados obtenidos de la práctica. El producto final debe ser la formación de una estructura en capas que va desde partículas de tamaño más grande y pesadas (arenas) hasta las más finas (arcillas), incluyendo la parte orgánica. Aquí es donde se muestra la heterogeneidad del suelo y cada suelo será diferente en función del lugar al que pertenecen, con unos determinados factores abióticos (roca madre, topografía y orientación geográfica, tiempo y clima) y bióticos (presencia de organismos vivos). Se da un proceso de deposición de agregados que al principio tiene lugar dentro de un breve periodo de tiempo, y que de manera gradual estas partículas van a ir requiriendo de un periodo más largo de tiempo para su deposición. Estos suelos son los llamados “suelos maduros”.

Con las ideas más claras, los alumnos deberán contrastar sus hipótesis con lo descubierto durante la fase de indagación y anotarlo en su cuaderno.

#### **5º Parte: Conclusiones**

Como parte final cada grupo hará un informe que contendrá sus hipótesis iniciales (puesta en común), el plan de trabajo que han seguido, los resultados que han obtenido, especificarán si sus hipótesis se han confirmado o no y la conclusión que han sacado al final del experimento. Un portavoz del grupo lo leerá en voz alta para toda la clase, cuyo fin será analizar de manera crítica entre todos los compañeros su trabajo entrando en un debate, para conseguir enderezar sus errores y no volverlos a producir más. A modo de experiencia y como parte de la evaluación, el informe realizado por todos los miembros del grupo será subido al Google Drive de la asignatura Biología y Geología con el nombre: **“Textura y estructura de suelos”- Práctica** para que todos los alumnos de la clase tengan acceso a los experimentos realizados por sus compañeros.

#### **Evaluación**

---

<sup>7</sup> Es recomendable que el profesor encargado de la asignatura tenga una cuenta en Gmail para facilitar el intercambio de información con los alumnos y donde pueda evaluar los trabajos prácticos que estos realicen.

A la hora de evaluar el profesor deberá tener en cuenta si han realizado completamente la actividad así como el comportamiento que hayan tenido durante las sesiones prácticas y la nota vendrá definida de la siguiente manera:

- 50%: Informe general con las conclusiones en grupo.
- 30%: Comportamiento de los alumnos.
- 20%: Participación en el debate entre toda la clase.

## **TRABAJO PRÁCTICO N°2: Degradación ¿De qué depende el grado de erosión de un suelo?**

### **Fundamentación**

El suelo como soporte natural de todos los ecosistemas terrestres está formado por materiales sueltos donde las plantas se enraízan y donde conviven seres vivos que dependen de ellas. Este es susceptible de sufrir degradación tanto por un proceso de erosión como de contaminación por acción del hombre o de la propia naturaleza. La erosión efectuada de manera natural es originada por acción de los agentes geológicos externos y los factores que favorecen la erosión dependen de la textura, la estabilidad estructural y la capacidad de infiltración del suelo. Lo que se pretende con esta práctica es centrarnos en el por qué unos suelos se degradan más que otros por causas naturales, así como concienciar a los alumnos sobre la cuidado del suelo ya que es un medio imprescindible para la vida.

### **Elementos curriculares específicos**

Objetivos	Contenidos	Criterios de evaluación
1. Identificar la existencia de erosión en los suelos por causas naturales. 2. Usar fuentes de información adecuadas. 3. Resolver un problema siguiendo la metodología científica.	El valor del suelo y las causas de la degradación de suelo fértil. El método científico como medio para el conocimiento objetivo y experimental. La importancia de un buen comportamiento por parte de los alumnos, cuidando el material de laboratorio y siendo responsables de su limpieza y	1. Reconoce y analiza el grado de erosión del suelo con y sin vegetación debido a los agentes geológicos externos. 2. Conoce la metodología científica: crea hipótesis y sabe contrastarlas, recopila información, discute los resultados del experimento y saca conclusiones sensatas y objetivas 3. Tiene una buena disciplina en la clase y colabora en la limpieza

	cuidado.	y orden del instrumental de laboratorio.
Competencias clave		Sub-competencias de la competencia científica
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Competencia lingüística.</li> <li>• Competencia matemática y competencia básica en ciencia y tecnología.</li> <li>• Competencia digital.</li> <li>• Competencia científica.</li> <li>• Competencia para Aprender a aprender.</li> <li>• Competencias sociales y cívicas.</li> <li>• Sentido de la iniciativa y espíritu emprendedor.</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Desarrollar preguntas científicas y diseñar experimentos en el laboratorio.</li> <li>○ Explicar los fenómenos científicos.</li> <li>○ Interpretar los resultados científicamente, elaborar y presentar las conclusiones.</li> </ul>

Tabla 7: Elementos curriculares referentes al trabajo práctico presentado aquí, según el R.D. 1105/2.014, de 26 de Diciembre y la Orden del 14 de Julio de 2016 (MECD, 2.015).

### **Descripción detallada de la actividad**

#### **1º Parte: Planteamiento de un problema y formulación de una hipótesis**

En primer lugar este trabajo práctico se puede realizar tanto en el aula como en el laboratorio, pero por motivos de higiene y limpieza sería más recomendable trasladarlo al laboratorio donde no se interrumpa el horario habitual de clases del alumnado, y como material es necesario que el alumno lleve consigo un pequeño cuaderno donde apuntar toda la información ligada a las ideas sacadas para solucionar el problema planteado, así como el registro de todos los pasos que se han llevado a cabo en el proceso de indagación.

Primero se formarán grupos de 4 alumnos escogidos al azar por el profesor para lograr una mayor diversidad de ideas y colaboración entre los compañeros, y a continuación se les presenta el trabajo práctico a los alumnos, donde el docente leerá en voz alta tanto los objetivos, como los criterios de evaluación y la forma cómo se les va a evaluar.

El profesor les pasará a cada grupo 2 imágenes en relación al problema que estamos tratando como es la erosión y empezará con la realización de una serie de preguntas para adentrar a los



alumnos en el problema, los cuales deberán meditarlo entre los compañeros de su grupo de trabajo para luego compartirlo con toda la clase en forma de lluvia de ideas.

Las fotografías de suelos erosionados son las que se muestran a continuación:



Fig. 6. Suelo degradado por procesos naturales.



Fig. 7. Suelo degradado por la acción del hombre.

Y las preguntas son las siguientes:

- **¿Qué podéis observar en estas 2 imágenes? ¿Qué diferencias veis entre ellas? ¿Sobre qué estarías hablando?**

Los alumnos tras visualizar las fotos se darán cuenta del estado en el que se encuentra el suelo (degradado) y se percatarán de que hablamos de la erosión.

- **En suelos donde no ha intervenido la mano del hombre, consideraréis que el suelo puede verse afectado por la lluvia, el viento u otros factores externos? En suelos con cierta pendiente, que pasa cuando llueve de manera intensa?**

Lo normal y lo que se espera es que los alumnos afirmen esta pregunta ya que lógicamente el suelo al estar a la intemperie está sujeto a que estos agentes “alteren” sus características y por tanto, si hay lluvia hay un cierto grado de erosión y por tanto de pérdida de suelo.

Tras finalizar con la lluvia de ideas, el profesor les hará una introducción para que se den cuenta de la magnitud del tema al conjunto del alumnado para adentrarse en el verdadero problema a indagar:

*“El suelo es un componente vital del ecosistema. Se usa para diversos fines: agricultura, ganadería, extracción de minerales y de materiales para la construcción, eliminación de residuos, para actividades recreativas, etc. Lamentablemente, hoy sufre un acelerado proceso de degradación. Frenarlo es uno de los grandes retos de nuestra civilización.*

*Debemos cuidar el suelo porque su proceso de recuperación es extremadamente lento: la formación de una capa de 30 cm de suelo puede tardar de 1.000 a 10.000 años. Por eso, se le considera un RECURSO NO RENOVABLE, de extensión limitada. Su uso inadecuado puede provocar su pérdida irreparable en pocos años”.* Título: La degradación del suelo. Recuperado de <http://www.abc.com.py/articulos/la-degradacion-del-suelo-910774.html>

Tras esta breve introducción, se les formulará una serie de preguntas que deberán resolver por cada grupo:

- **¿Cuáles son los factores que afectan a la pérdida de suelo?**
- **¿Qué es lo que provoca que unos suelos se erosionen más que otros?**

Se les pedirá a cada grupo que responda cada miembro de manera individual a estas dos últimas preguntas y lo apunten en su cuaderno, para luego consensuar todas las respuestas entre todos los miembros del grupo en medio de una discusión y debate, para sacar una única explicación que será la hipótesis de partida de cada grupo. Al final del trabajo práctico será cuando deban contrastar sus hipótesis y determinar si se confirman o rechazan.

## 2º Parte: Búsqueda de pruebas

El siguiente paso es buscar información a fin de recopilar pruebas para confirmar o rechazar sus hipótesis, y para ello harán uso de fuentes de información tales como: Internet, revistas científicas, proyectos sobre suelos, libros... a modo de poder explicar las dos últimas preguntas, y se les propondrá realizar un diseño experimental donde puedan comprobar la validez de sus hipótesis. Toda la información obtenida y las hipótesis esbozadas por los alumnos deberán ser apuntadas en el cuaderno.

Para ello un ejemplo de enlaces existentes donde podrían consultar esta información es:

<b>Páginas web sobre la degradación del suelo</b>	
<b>Factores que favorecen la erosión del suelo</b>	- <a href="http://edafologia.fcien.edu.uy/archivos/EROSION.pdf">edafologia.fcien.edu.uy/archivos/EROSION.pdf</a>
<b>Agentes geológicos externos</b>	- <a href="http://www.quimicaweb.net/grupo_trabajo_ccnn_2/tema8">www.quimicaweb.net/grupo_trabajo_ccnn_2/tema8</a>
<b>La influencia de la vegetación en la erosión del suelo</b>	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=c6pbZNOIRsA">https://www.youtube.com/watch?v=c6pbZNOIRsA</a>
<b>Experimento sobre la erosión</b>	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=ojPUEwu6XjQ">https://www.youtube.com/watch?v=ojPUEwu6XjQ</a>

Tabla 8. Pequeño catálogo de páginas web que podría usar el alumno para el proceso de indagación.

Cada miembro del grupo de manera individual establecerá cuál es su diseño experimental y los expondrán a todos los miembros del grupo. El grupo mediante un debate deberán llegar a un acuerdo sobre cuál será el plan de trabajo que van a elaborar, y lo anotaran en sus cuadernos. En todo momento, el profesor encargado de la práctica les proporcionara a los alumnos la base para saber por dónde empezar a trabajar, debe resolver las dudas que se les planteen a los alumnos en

cuanto darles pistas, para que reflexionen sobre los conocimientos que tienen sobre el tema y su vínculo con el experimento.

Todas las ideas surgidas en la interacción profesor-alumno y alumno-alumno deben ser registradas en el cuaderno durante la realización del experimento.

### **3º Parte: Fase de experimentación**

En este caso el profesor no será el que aporte los recursos para realizar el experimento sino que serán los alumnos los que traten de descubrirlo y lo lleven al laboratorio. Para ello harán uso de la guía sobre las fuentes de información comentadas anteriormente.

En el siguiente enlace se puede ver cómo he llevado a cabo el ensayo previo al desarrollo del trabajo práctico:

[https://www.youtube.com/watch?v=eXbjkcmj\\_1Y&feature=em-upload\\_owner](https://www.youtube.com/watch?v=eXbjkcmj_1Y&feature=em-upload_owner)

Una vez que el alumnado ya tenga definido el diseño experimental, el procedimiento que se debería seguir es la siguiente:

El alumno debe:

- 1º Verter muestra de suelo con vegetación en una mitad de una bandeja grande de plástico (Imagen nº1- Anexo V), y de manera similar hacerlo con otra bandeja de semejantes características con muestra de suelo sin vegetación (Imagen nº2 – Anexo V).
- 2º Elevar las dos bandejas con un ángulo de unos 7 u 8 grados, recreando un suelo en pendiente, colocando un objeto que actúe de sostén. Por ejemplo: un ladrillo.
- 3º Llenar un vaso de agua (por cada bandeja de suelo de manera independiente) e introducirlo en una regadera.
- 4º Regar las bandejas con la muestra de suelo separadamente (Anexo V, imagen nº3).
- 5º Medir el tiempo que tarda el suelo en erosionarse en cada bandeja.

**NOTA: El profesor les dará total libertad a los alumnos para traer las muestras de suelo de donde quieran: el campo, la montaña, si tienen huerto también se acepta, jardín, etc., siempre que el suelo sea apto para “plantar”<sup>8</sup> (Anexo V, imagen nº4).**

#### **Duración de la actividad**

A modo de guía se muestra a continuación una temporalización para orientar sobre el número de sesiones y el tiempo que se le tiene que dedicar a este trabajo práctico. El número de sesiones

---

<sup>8</sup> La muestra de suelo que tomé para realizar este experimento es de la Vega de Granada.

puede variar en función del rendimiento que lleve cada grupo y si los alumnos cooperan en su desarrollo, para ello se ha escogido el laboratorio por ser más recogido y donde el orden y la limpieza deberá ser tratada también en grupo.

Sesión	Desarrollo
1	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Creación de los grupos de trabajo.</li> <li>- Presentación del trabajo práctico.</li> <li>- Planteamiento del problema a indagar y formulación de hipótesis (se aprovechara el resto del tiempo en reflexionar sobre sus hipótesis de manera individual y luego compartirán sus opiniones en grupo).</li> </ul>
2	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Búsqueda de información para corroborar las preguntas (40 min.).</li> <li>- Planificación del diseño experimental de manera individual (20 min.). En el caso de que no diera tiempo a diseñar el experimento se les dejará un margen de tiempo en la próxima sesión.</li> </ul>
3	<ul style="list-style-type: none"> <li>- (Continuación). Finalización sobre el plan de trabajo por cada miembro del grupo (40 min.).</li> <li>- Discusión y debate en grupo para decidir que diseño experimental es el que va a elaborar (20 min.).</li> </ul>
4	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ejecutar el diseño experimental que se estableció en el plan de trabajo (45 min). En el caso de la bandeja con muestra de suelo con vegetación, pueden traerla preparada ya de casa para ganar tiempo.</li> <li>- Análisis de los resultados y corroborar la hipótesis (15 min.)</li> </ul>
5	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Adquisición de conclusiones respecto al experimento y diseño de un informe general sobre el trabajo práctico en grupo. Subir el documento al Google Drive (35 min.).</li> <li>- Debate entre toda la clase sobre los diseños realizados por cada grupo y análisis crítico sobre los mismos (25 min.).</li> </ul>

Tabla 9: Temporalización para la ejecución del trabajo práctico.

#### **4º Parte: Análisis de los resultados y contraste de hipótesis**

Una vez finalizado el experimento, los alumnos analizaran e interpretaran los resultados

obtenidos de la práctica. El producto final es que la degradación en suelos sin vegetación es mucho mayor cuando hay mucha precipitación, ya que el agua se infiltra poco y se desliza más fácilmente en el menor tiempo posible, a diferencia de suelos con vegetación donde la infiltración es mucho mayor y por tanto, tarda más el agua en deslizarse y por tanto la erosión que se da es menor.

Con las ideas más claras, los alumnos deberán contrastar sus hipótesis con lo descubierto durante la fase de indagación y anotarlo en su cuaderno. Al mismo tiempo, tomando la información obtenida de las distintas fuentes de información, podrán responder a las 2 últimas preguntas, las cuáles son imprescindibles para resolver esta actividad práctica

### **5º Parte: Conclusiones**

Como parte final cada grupo hará un informe que contendrá los resultados que han obtenido, especificarán si sus hipótesis se han confirmado o no y la conclusión que han sacado al final del experimento. Un portavoz del grupo lo leerá en voz alta para toda la clase, cuyo fin será analizar de manera crítica entre todos los compañeros su trabajo para conseguir enderezar sus errores y no volverlos a producir más. A modo de experiencia y como parte de la evaluación, el informe realizado por todos los miembros del grupo será subido al Google Drive de la asignatura Biología y Geología con el nombre: **“Degradación de suelos”- Práctica** para que todos los alumnos de la clase tengan acceso a los experimentos realizados por sus compañeros.

#### **Evaluación**

A la hora de evaluar el profesor deberá tener en cuenta si han realizado completamente la actividad así como el comportamiento que hayan tenido durante las sesiones prácticas y la nota vendrá definida de la siguiente manera:

- 50%: Informe general con las conclusiones en grupo.
- 30%: Comportamiento de los alumnos.
- 20%: Participación en el debate entre toda la clase.

**CIENCIAS APLICADAS A LA ACTIVIDAD PROFESIONAL DE 4º  
DE LA E.S.O.**

**TRABAJO PRÁCTICO N°3: Contaminación ¿Qué pH puede tener un suelo?**

### **Fundamentación:**

El suelo además de tener unas propiedades físicas tiene unas características químicas en función de las distintas sustancias que lo forman como puede ser: la roca de donde procede las distintas partículas que forman el suelo, las que aportan las sustancias orgánicas, así como las que originan los propios seres vivos. El grado de acidez o alcalinidad del suelo es un parámetro importante ya que esclarece si un suelo es apto o no para el cultivo, además de si han sufrido algún cambio en su pH por procesos biológicos de los microorganismos, la actividad de las plantas, uso de fertilizantes o por fuentes de contaminación como vertidos industriales, la producción de lluvia ácida o por aguas de riego. Este parámetro químico es muy fácil de medir, da mucha información sobre el suelo, y nos puede proporcionar las causas de porque el suelo tiene carácter ácido, neutro o básico. Lo que se pretende con esta actividad es que el alumno trabaje como un verdadero investigador y que experimente con distintas muestras de suelo para ver y comparar su pH.



Figura 8. Escala de pH del suelo sacada de la página web “Irbin Barrientos Andia: Ingeniería civil y...algo más”.

### **Elementos curriculares específicos**

Objetivos	Contenidos	Criterios de evaluación
1. Reconocer y detectar cuando un suelo es ácido, neutro o básico por la medida de su pH. 2. Familiarizarse con el uso de utensilios de laboratorio. 3. Resolver un problema siguiendo la metodología científica. 4. Desarrollar un	Contaminación del suelo. La acidez del suelo.  El método científico como medio para el conocimiento objetivo y experimental.  La importancia de un buen comportamiento por parte de los alumnos, cuidando el material de laboratorio y siendo responsables de su limpieza y cuidado.	1. Conoce qué es una medida de pH y su manejo para controlar el medioambiente  2. Conoce la metodología científica: crea hipótesis y sabe contrastarlas, recopila información, discute los resultados del experimento, y saca conclusiones sensatas y objetivas.  3. Selecciona y utiliza los

proyecto de investigación sobre el proceso de indagación llevado a cabo.		materiales y productos del laboratorio. 4. Cumple las normas de seguridad e higiene en el laboratorio.
Competencias clave		Sub-competencias de la competencia científica
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Competencia lingüística.</li> <li>• Competencia matemática y competencia básica en ciencia y tecnología.</li> <li>• Competencia científica.</li> <li>• Competencia digital.</li> <li>• Competencia para Aprender a aprender.</li> <li>• Competencias sociales y cívicas.</li> <li>• Sentido de la iniciativa y espíritu emprendedor.</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Desarrollar preguntas científicas y diseñar experimentos en el laboratorio.</li> <li>○ Explicar los fenómenos científicos.</li> <li>○ Interpretar los resultados científicamente, elaborar y presentar las conclusiones.</li> </ul>

Tabla 10: Elementos curriculares referentes al trabajo práctico presentado aquí, según el R.D. 1105/2014, de 26 de Diciembre y la Orden del 14 de Julio de 2016 (MECD, 2015).

### **Descripción detallada de la actividad**

#### **1º Parte: Planteamiento de un problema y formulación de hipótesis**

Este trabajo práctico tendrá lugar en el laboratorio por motivos de organización, limpieza y seguridad, y será necesario que el alumno lleve consigo un pequeño cuaderno donde apuntar toda la información ligada a las ideas sacadas para resolver el problema planteado, así como el registro de todos los pasos que se han llevado a cabo en el proceso de indagación.

A continuación se presenta el trabajo práctico a los alumnos, donde el docente leerá en voz alta tanto los objetivos, como los criterios de evaluación y la forma cómo se les va a evaluar.

Para comenzar, el profesor les pondrá esta fotografía a los alumnos y empezará a formularles unas preguntas al conjunto de la clase para que el alumnado responda oralmente en forma de lluvia de ideas.





Figura 9. Ejemplo de las consecuencias de la lluvia ácida. Lluvia ácida. BioEnciclopedia.  
<http://www.bioenciclopedia.com/lluvia-acida/>

**Las preguntas son las siguientes:**

- **¿Qué podéis observar en la siguiente imagen? ¿Qué pensáis que ha podido ocurrir: un incendio, una invasión de plagas o son los efectos de la lluvia ácida?**

Los alumnos empezaran a especular sobre cuál ha sido la causa de porque están los arboles destruidos y empezaran a plantear sus hipótesis iniciales. Es ahora a continuación cuando conectamos la contaminación con el suelo...

- **¿Suponéis que la lluvia ácida también afecta al suelo? ¿De qué modo? ¿Podría alterar el grado de acidez de un suelo?**

Aquí los alumnos son conscientes de que la lluvia ácida si afecta al suelo, y que puede alterar su grado de acidez.

Los alumnos al principio lo más probable es que no capten la idea sobre el concepto de pH, por lo que habrá que plantearles preguntas más en concordancia con el contexto donde tiene lugar.

Concluida la lluvia de ideas, el profesor será el encargado de organizar los grupos en 4 alumnos escogidos al azar, para conseguir que haya más diversidad de ideas y argumentaciones y así puedan aprender los unos de los otros.

Una vez que ya tengan claro los alumnos la vulnerabilidad del suelo a la contaminación como



idea principal, junto a las preguntas planteadas anteriormente se les formulará otra serie de preguntas las cuales deberán ser meditadas en grupo y son las siguientes

- **¿El factor que mide la acidez del suelo como se denomina?**
- **¿Existen distintos tipos de suelos en función del grado de acidez?**
- **¿De qué manera se podría comprobar la composición química del suelo?**

Se les pedirá a cada grupo que respondan a estas 3 preguntas y que saquen una hipótesis de partida que directamente deberán apuntar en sus cuadernos Al final del trabajo práctico será cuando deban contrastar sus hipótesis y determinar si se confirman o rechazan.

## 2º Parte: Búsqueda de pruebas

El siguiente paso es buscar información a fin de recopilar pruebas para confirmar o rechazar sus hipótesis, y para ello harán uso de fuentes de información tales como: Internet, revistas científicas, proyectos sobre suelos, libros...a modo de poder explicar las tres últimas preguntas planteadas (este punto se tratará al final del experimento).

Se les propondrá realizar un diseño experimental donde puedan comprobar la validez de sus hipótesis y para ello la búsqueda de información debe ir enfocada a cómo medir el pH del suelo y cómo llevar a cabo el ensayo. Toda esta información y las hipótesis esbozadas por los alumnos deberán ser apuntadas en el cuaderno.

Para ello un ejemplo de enlaces existentes donde podrían consultar esta información es:

<b>Páginas web sobre la textura y estructura del suelo</b>	
<b>Como medir el pH de tu huerto de forma casera</b>	- <a href="http://www.agromatica.es/como-medir-el-ph-de-tu-huerto-de-forma-casera/">http://www.agromatica.es/como-medir-el-ph-de-tu-huerto-de-forma-casera/</a>
<b>pH del suelo: Un Universo invisible bajo nuestros pies</b>	- <a href="http://www.madrimasd.org/blogs/universo/2007/04/02/62776">http://www.madrimasd.org/blogs/universo/2007/04/02/62776</a>
<b>Contaminación de suelos - carmona.org</b>	- <a href="http://www.carmona.org/ciudad21/BloqueII/Bloque22/Bloque2213.pdf">http://www.carmona.org/ciudad21/BloqueII/Bloque22/Bloque2213.pdf</a>
<b>Experimento del pH</b>	- <a href="http://quimica271.blogspot.com.es/2011/04/experimento-del-ph.html">http://quimica271.blogspot.com.es/2011/04/experimento-del-ph.html</a>

Tabla 11. Pequeño catálogo de páginas web que podría usar el alumno para el proceso de indagación.

Una vez que ya tengan planificado el diseño experimental en grupo, el profesor encargado de la práctica les proporcionará un armazón básico por donde puedan empezar a trabajar, como método para prevenir cualquier tipo de percance que pudieran sufrir. En todo momento, el docente les

hará preguntas como un modo para encauzar a los alumnos durante la realización del trabajo práctico y que no comentan errores (esto no quiere decir que los corrija, sino que les da pistas) y que les permita reflexionar sobre los conocimientos que tienen sobre el tema y su vínculo con el experimento.

Todas las ideas surgidas en la interacción profesor-alumno y alumno-alumno deben ser registradas en el cuaderno antes de iniciar el experimento.

### **3 ° Parte: Fase de experimentación**

En esta fase será el profesor quien aporte los recursos necesarios para realizar el experimento, y para ello cuenta con los siguientes materiales:

#### **Materiales**

- ❖ Distintas muestras de suelo. Pueden ser tomadas de cualquier lugar como puede ser: la playa, la montaña, el campo o incluso si en el propio centro educativo disponen de un huerto también vale, claro está otorgándole el consentimiento al profesor para hacer uso de ella (Anexo VI- imagen n°1).
- ❖ 2 tubos de ensayo por grupo (Anexo VI- imagen n°2).
- ❖ 1 Folio.
- ❖ Agua destilada.
- ❖ Embudo pequeño.
- ❖ Papel de filtro.
- ❖ Pinzas.
- ❖ Papel de Tornasol.

Una vez que el alumnado ya tenga los materiales, este es el procedimiento que deberían seguir para realizar el experimento.

El alumno debe:

- 1° Esparcir la muestra de suelo sobre el folio doblado por la mitad e introducirlo en un tubo de ensayo.
- 2° Añadir agua destilada dentro del tubo de ensayo y agitar durante unos 5 min. (Anexo VI- imagen n°3).
- 3° Filtrar el contenido del tubo de ensayo en el otro tubo mediante un embudo y papel de filtro (para que no circulen las partículas de arcilla en su interior).
- 4° Agarrar con las pinzas el papel de Tornasol y sumergirlo en el líquido resultante.

5° Anotar el valor correspondiente (Anexo VI- imagen nº4).

Los grupos trabajaran de acuerdo al diseño experimental que hayan propuesto para hacer el experimento.

### **Duración de la actividad**

De manera esquemática y a modo de guía se muestra a continuación una temporalización para orientar sobre el número de sesiones y el tiempo que se le tiene que dedicar a este trabajo práctico. El número de sesiones puede variar en función del rendimiento que lleve cada grupo y tendrá lugar en el laboratorio salvo casos excepcionales.

<b>Sesión</b>	<b>Desarrollo</b>
<b>1</b>	- Presentación del trabajo práctico, planteamiento del problema a indagar, creación de los grupos de trabajo y formulación de hipótesis.
<b>2</b>	- Búsqueda de información para corroborar las preguntas (45 min.). - Planificación del diseño experimental en grupo (15 min.). En el caso de que no les diera tiempo a diseñar el experimento se les dejará un margen de tiempo en la próxima sesión.
<b>3</b>	- (Continuación). Finalización sobre el plan de trabajo en grupo (15 min.). - Ejecución del diseño experimental que se estableció en el plan de trabajo (45 min). En el caso de que les haya sobrado tiempo, cada grupo puede empezar analizar los resultados y corroborar sus hipótesis de partida.
<b>4</b>	- Análisis de los resultados observados y corroboración de sus hipótesis (30 min.). - Obtención de conclusiones y realización del proyecto de investigación en grupo (20 min.). En el caso de no haber dado tiempo a acabar el proyecto, podrán continuar con su elaboración en la siguiente sesión.
<b>5</b>	- (Continuación) Fin del proyecto de investigación. - Realizar un video para explicar cómo han llevado a cabo sus experimentos y los resultados que han obtenido (este video será subido directamente por cada grupo a la página de YouTube).

Tabla 12: Temporalización para la ejecución del trabajo práctico.

## **4º Parte: Análisis de los resultados y contraste de hipótesis**

Una vez finalizado el experimento, los alumnos analizarán e interpretarán los resultados obtenidos de la práctica. El producto final es que mediante la medida del pH se puede demostrar el grado de acidez o alcalinidad de un suelo, a través de la coloración que adquiera el papel de Tornasol. Esto nos proporciona información referente a sí el suelo ha estado expuesto a contaminación del tipo fertilizantes, vertidos industriales, aguas de riego ricas en carbonato, etc. y poder tratarlo para que sea adecuada para el cultivo.

Los alumnos deberán contrastar sus hipótesis con lo descubierto durante la fase de indagación y anotarlo en su cuaderno. Al mismo tiempo, tomando la información obtenida de las distintas fuentes de información y tras lo observado en el experimento, los alumnos darán las suficientes pruebas para responder a las preguntas planteadas en la primera fase.

## **5º Parte: Conclusiones**

Como parte final cada grupo presentará su proyecto de investigación que contendrá sus hipótesis iniciales, el plan de trabajo que han seguido, los resultados que han obtenido, especificarán si sus hipótesis se han confirmado o no y la conclusión que han sacado al final del experimento. A modo de experiencia y como parte de la evaluación, además del proyecto realizado por cada grupo, que será subido al Google Drive de la asignatura “Ciencias aplicadas a la Actividad Profesional” con el nombre: “**pH del suelo**”- **Práctica**, se les pedirá que realicen un video donde resuman el procedimiento que han llevado a cabo para resolver la actividad práctica y la cuelguen en la plataforma de YouTube, para así hacer más interesante este tema para todos los estudiantes y que se familiaricen con la “Ciencia del suelo”.

### **Evaluación**

A la hora de evaluar el profesor deberá tener en cuenta si han realizado completamente la actividad así como el comportamiento que hayan tenido durante las sesiones prácticas y la nota vendrá definida de la siguiente manera:

- 50%: Proyecto de investigación que contenga todo el proceso indagación.
- 40%: Video resumen del plan de trabajo establecido por todos los miembros del grupo.
- 10%: Comportamiento de los alumnos.

## **TRABAJO PRÁCTICO N°4: Permeabilidad ¿Qué suelos son propensos a estar contaminados?**

### **Fundamentación**

Aunque no podamos percibir lo que ocurre en profundidad en el suelo, sería interesante resaltar una vía de entrada de contaminantes que pudiera contaminar los acuíferos subterráneos y con ello poner en peligro la salud pública. Pues de esto precisamente trata la actividad práctica, ver la capacidad que tienen los materiales que forman el suelo para drenar agua y por tanto todo aquello que pueda llevar en disolución como productos químicos (fertilizantes, plaguicidas), residuos de origen minero y radiactivo, así como sustancias tóxicas cuyo desenlace sea la contaminación del suelo. Este proceso no podemos percibirlo a simple vista pero por análisis químicos se puede dar respuesta a la degradación que sufre el suelo, con lo cual el principal objetivo es que el alumno sea consciente de los tipos de materiales propensos a la contaminación, así como de las soluciones que puedan suministrar al problema.

### **Elementos curriculares específicos**

Objetivos	Contenidos	Criterios de evaluación
1. Comprender la capacidad de drenaje de un suelo. 2. Familiarizarse con el uso de utensilios de laboratorio. 3. Resolver un problema siguiendo la metodología científica. 4. Desarrollar un proyecto de investigación sobre el proceso de indagación llevado a cabo.	Permeabilidad y contaminación del suelo.  El método científico como medio para el conocimiento objetivo y experimental.  La importancia de un buen comportamiento por parte de los alumnos, cuidando el material de laboratorio y siendo responsables de su limpieza y cuidado.	1. Distingue la permeabilidad existente en función del tipo de material que forma el suelo y analiza cómo actúa la contaminación.  2. Conoce la metodología científica: crea hipótesis y sabe contrastarlas, recopila información, discute los resultados del experimento y saca conclusiones sensatas y objetivas  3. Tiene una buena disciplina en la clase y colabora en la limpieza y orden del instrumental de laboratorio.
	Competencias clave	Sub-competencias de la competencia científica
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Competencia lingüística.</li> <li>• Competencia matemática y competencia básica en ciencia y tecnología.</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Desarrollar preguntas científicas y diseñar experimentos en el laboratorio.</li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"><li>• Competencia digital.</li><li>• Competencia científica.</li><li>• Competencia para Aprender a aprender.</li><li>• Competencias sociales y cívicas.</li><li>• Sentido de la iniciativa y espíritu emprendedor.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>○ Explicar los fenómenos científicos.</li><li>○ Interpretar los resultados científicamente, elaborar y presentar las conclusiones.</li></ul>
--	--

Tabla 13: Elementos curriculares referentes al trabajo práctico presentado aquí, según el R.D. 1105/2014, de 26 de Diciembre y la Orden del 14 de Julio de 2016 (MECD, 2015).

### **Descripción detallada de la actividad**

#### **1º Parte: Planteamiento de un problema y formulación de una hipótesis**

Este trabajo práctico tendrá lugar en el laboratorio por motivos de organización y limpieza, y será necesario que el alumno lleve consigo un pequeño cuaderno donde apuntar toda la información referente a las ideas sacadas para solucionar el problema planteado, así como el registro de todos los pasos que se han llevado a cabo en el proceso de indagación.

Primero, el profesor formará grupos de 4 alumnos por orden de lista para lograr una mayor diversidad de ideas y colaboración entre los compañeros, y a continuación se les presenta el trabajo práctico a los alumnos, donde el docente les leerá en voz alta tanto los objetivos, como los criterios de evaluación y la forma cómo se les va a evaluar.

El profesor les pasará a cada grupo 1 fotografía en relación al problema que estamos tratando como es la permeabilidad de suelos y empezará con la realización de una serie de preguntas para adentrar a los alumnos en el problema, los cuales deberán meditarlo entre los compañeros de su grupo de trabajo para luego compartirlo con toda la clase en forma de lluvia de ideas.

La fotografía es la siguiente:



Fig. 10. Permeabilidad de suelos. Sacado de pinterest.com.

**Las preguntas son las siguientes:**

- **Cuando añadimos agua al suelo, qué ocurre? ¿Hay una circulación del agua en el interior del suelo?**

Los alumnos seguramente afirmarán la pregunta y responderán que esta se infiltra, sin caer en la porosidad de los materiales.

- **¿El suelo es completamente permeable o impermeable? Si está formada por distintas capas de materiales, todas tendrán el mismo drenaje?**

En este sentido se les da una pista fundamental para entender la capacidad del movimiento de cualquier fluido en el interior de las mismas. La primera pregunta en especial conduce a la duda, pero en la última los alumnos se dan cuenta que el drenaje no es el mismo.

- **Si echamos fertilizante u otros productos contaminantes en el suelo y agregamos agua, se puede contaminar el subsuelo?**

Los alumnos afirmarán la pregunta cayendo que existe cierta permeabilidad del suelo. las próximas preguntas que se les planteen serán las que constituyan el verdadero problema a indagar:

Finalizada la lluvia de ideas y junto a las preguntas planteadas anteriormente se les formulará otra serie de preguntas, las cuales deberán ser meditadas sólo en cada grupo, y son las siguientes:

- **¿De qué depende el drenaje de los suelos?**
- **¿Cómo influye esto en la contaminación?**

De manera grupal, los alumnos argumentarán sus ideas sobre las preguntas y mediante el dialogo tratarán de sacar un hipótesis inicial. Los alumnos tomarán nota de todas estas ideas en su cuaderno incluida la hipótesis de partida, las cuales deberán ser confirmadas o refutadas en función del resultado final del experimento.

## **2º Parte: Búsqueda de pruebas**

El siguiente paso es buscar información a fin de recopilar pruebas para confirmar o rechazar sus hipótesis, y para ello harán uso de fuentes de información tales como: Internet, revistas científicas, proyectos sobre suelos, libros...a modo de poder explicar las 2 últimas preguntas.

Para la última cuestión se les propondrá realizar un diseño experimental donde puedan comprobar la validez de sus hipótesis. Toda la información obtenida y las hipótesis esbozadas por los alumnos deberán ser apuntadas en sus cuadernos.

<b>Páginas web sobre la permeabilidad del suelo</b>	
<b>Contaminantes del suelo: Permeabilidad y porosidad del suelo</b>	- <a href="http://contaminantesdelselo.blogspot.com">contaminantesdelselo.blogspot.com</a>
<b>Permeabilidad del suelo</b>	- <a href="https://es.wikipedia.org/wiki/Permeabilidad">https://es.wikipedia.org/wiki/Permeabilidad</a>
<b>Experimentos permeabilidad suelo- Geología</b>	- <a href="https://www.youtube.com/watch?v=7TsELWf11k">https://www.youtube.com/watch?v=7TsELWf11k</a>
<b>Permeabilidad del suelo-Originales experimentos</b>	- <a href="http://experimentosyproyectos.blogspot.com.es/2011/07/permeabilidad-del-suelo.html">http://experimentosyproyectos.blogspot.com.es/2011/07/permeabilidad-del-suelo.html</a>

Tabla 14. Pequeño catálogo de páginas web que podría usar el alumno para el proceso de indagación

Una vez que ya tengan planificado el diseño experimental en grupo, el profesor encargado de la práctica les proporcionará a los alumnos la base para saber por dónde empezar a trabajar, en todo momento el docente les hará preguntas como un modo para encauzar a los alumnos durante la realización del trabajo práctico y que no comentan errores (esto no quiere decir que los corrija, sino que les da pistas) y que les permita reflexionar sobre los conocimientos que tienen sobre el tema y su vínculo con el experimento. Pueden ocurrir casos también como el siguiente:

Por ejemplo: Un grupo presenta un plan de trabajo al profesor en el que no han ideado ningún experimento para averiguar cómo es la permeabilidad de suelo, porque según ellos no se les ocurre nada. Pues el docente podría plantearle las siguientes preguntas: ¿Es lo mismo el tamaño que puede tener la grava que la arcilla? Si tenemos un cubo con gravas y echamos agua, que es lo que ocurre? Salen burbujas? Y si es así, porque burbujea el agua? Es una manera de que se den cuenta de que hay porosidad y que de esto depende el drenaje de los fluidos en el suelo.

Todas las ideas surgidas en la interacción profesor-alumno y alumno-alumno deben ser registradas en el cuaderno antes de iniciar el experimento.

### **3º Parte: Fase de experimentación**

En este caso el profesor no será el que aporte los recursos para realizar el experimento sino que serán los alumnos los que traten de descubrirlo y lo lleven al laboratorio. Para ello harán uso de la guía sobre las fuentes de información comentadas anteriormente.

En el siguiente enlace se puede ver cómo he llevado a cabo el ensayo previo al desarrollo del trabajo práctico:

[https://www.youtube.com/watch?v=TPB5Qu1dQr4&feature=em-upload\\_owner](https://www.youtube.com/watch?v=TPB5Qu1dQr4&feature=em-upload_owner)



<https://youtu.be/Rj745qNOOWc>

Una vez que el alumnado ya tenga definido el diseño experimental, el procedimiento que se debería seguir es la siguiente:

El alumno debe:

- 1º Coger tres botellas de agua de 1'5 litros vacía y cortarlas por la mitad con un cuchillo. Colocar la parte superior al revés sobre la parte inferior (Anexo VI – imagen nº1).
- 2º Poner papel de filtro dentro de la parte superior y a continuación, colocar las muestras de material: grava, arena y arcilla de manera independiente en cada botella (Anexo VI - imagen nº2).
- 3º Llenar una probeta con 250 ml de agua, añadir colorante y remover hasta su completa disolución. Para cada botella se utilizarán 250 ml de agua, con lo que después de añadirle el colorante dentro de la probeta, se transferirá y dividirá en 3 vasos de cristal independientes. (Anexo VI – imagen nº3).
- 4º Para cada muestra, verter el vaso de agua con colorante en cada botella de una en una (Anexo VI – imagen nº4).
- 5º Medir el tiempo que tarda el agua en infiltrarse por el interior de cada muestra y anotar el valor.

**NOTA:** El profesor les dará total libertad a los alumnos para traer las muestras de suelo del lugar que quieran. Como en esta actividad práctica sólo se necesita grava, arena y arcilla, es mucho más fácil su adquisición y no es necesario hacer uso de la criba.

### **Duración de la actividad**

A modo de guía se muestra a continuación una temporalización para orientar sobre el número de sesiones y el tiempo que se le tiene que dedicar a este trabajo práctico. El número de sesiones puede variar en función del rendimiento que lleve cada grupo y tendrá lugar en el laboratorio salvo casos excepcionales.

Sesión	Desarrollo
1	<ul style="list-style-type: none"><li>- Creación de los grupos de trabajo.</li><li>- Presentación del trabajo práctico.</li><li>- Planteamiento del problema a indagar y formulación de hipótesis.</li></ul>
	<ul style="list-style-type: none"><li>- Búsqueda de información para corroborar las preguntas (35 min.).</li><li>- Planificación del diseño experimental en grupo (25 min.). En el</li></ul>

<b>2</b>	caso de que no diera tiempo a diseñar el experimento se les dejará un margen de tiempo en la próxima sesión.
<b>3</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- (Continuación). Finalización sobre el plan de trabajo en grupo (15 min.).</li> <li>- Ejecución del diseño experimental que se estableció en el plan de trabajo (45 min). En el caso de que no diera tiempo a acabarlo se les dará 10 min. en la próxima sesión.</li> </ul>
<b>4</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Finalización del trabajo experimental (10 min.).</li> <li>- Análisis de los resultados y corroborar la hipótesis (30 min.)</li> <li>- Adquisición de conclusiones respecto al experimento y realización del proyecto de investigación en grupo (20 min.). En el caso de que no les dé tiempo a terminar el proyecto se les dejará un tiempo en la siguiente sesión).</li> </ul>
<b>5</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Finalización del proyecto de investigación. Subir el documento al Google Drive (35 min.).</li> <li>- Realizar un video por grupo de pocos minutos resumiendo la metodología que han empleado para hacer el experimento y subirlo a la plataforma de YouTube.</li> </ul>

Tabla 15: Temporalización para la ejecución del trabajo práctico.

#### **4º Parte: Análisis de los resultados y contraste de hipótesis**

Una vez finalizado el experimento, los alumnos analizarán e interpretarán los resultados obtenidos de la práctica. El producto final es que la capacidad de drenaje de los distintos materiales que forman el suelo varía en función de sus características y existe una relación directa con la porosidad de las partículas de los materiales que componen el suelo. Por tanto, un suelo de gravas será mucho más permeable que un suelo arenoso, seguido de las arcillas que es prácticamente impermeable. Esto aplicado a la contaminación determina que es más probable que se contaminen los acuíferos cuando los suelos son de gravas y arenas, que cuando reinan las arcillas donde el tamaño de grano favorece la retención del agua contaminada.

Con las ideas más claras, los alumnos deberán contrastar sus hipótesis con lo descubierto durante la fase de indagación y anotarlo en su cuaderno. Al mismo tiempo, tomando la información obtenida de las distintas fuentes de información y tras lo observado en el experimento, los alumnos darán las pruebas necesarias para responder a las 2 últimas preguntas planteadas.

## 5º Parte: Conclusiones

Como parte final cada grupo hará un proyecto de investigación que contendrá sus hipótesis iniciales, el plan de trabajo que han seguido, los resultados que han obtenido, especificarán si sus hipótesis se han confirmado o no y la conclusión que han sacado al final del experimento. A modo de experiencia y como parte de la evaluación, además del informe realizado por todos los miembros del grupo que será subido al Google Drive de la asignatura “Ciencias aplicadas a la Actividad Profesional” con el nombre: **“Permeabilidad de suelos”- Práctica**, el profesor les pedirá a los alumnos que hagan un video resumiendo todas las fases del proceso de indagación que han seguido para realizar la actividad práctica a modo de resumen. Los videos los subirán cada grupo a la plataforma de YouTube, para así hacer más interesante este tema para todos los estudiantes y que se familiaricen con la “Ciencia del suelo”.

### **Evaluación**

A la hora de evaluar el profesor deberá tener en cuenta si han realizado completamente la actividad así como el comportamiento que hayan tenido durante las sesiones prácticas y la nota vendrá definida de la siguiente manera:

- 50%: Proyecto de investigación de todo el proceso de indagación realizado en grupo.
- 40%: Video resumen del plan de trabajo establecido por todos los miembros del grupo.
- 10%: Comportamiento de los alumnos.

## 6. REFLEXIÓN FINAL:

Durante el desarrollo de los trabajos prácticos enfocados en la “Ciencia del Suelo”, me he percatado de lo importante que es tener creatividad a la hora de confeccionar dicho banco de actividades. El hecho de que haya realizado previamente los experimentos para tener cierta idea de cómo iba a plantear el problema y cómo se tenía que desarrollar, me ha enseñado bastante sobre esta disciplina y como conectar con la ciencia, lo que en términos de competencias abarcaría la competencia en el conocimiento y la interacción con el mundo físico o también llamada competencia científica.

En el diseño de las actividades siempre he tenido en cuenta el contenido establecido en la legislación, aunque donde más he encontrado dificultad ha sido a la hora de plantear los objetivos, los criterios de evaluación y los estándares de aprendizaje para cada actividad práctica, ya que lo que se pretende es que el trabajo realizado por los alumnos fuera lo más completa posible, desarrollando las distintas competencias básicas clave en el aprendizaje de los alumnos.

A la hora de fijar un determinado número de sesiones para cada actividad, los he estructurado de forma que se ejecutarán dentro de lo establecido y se pudieran llevar a cabo en la vida real. Por motivos de falta de tiempo no se ha podido realizar ninguna de las actividades durante el periodo de prácticas del Máster, pero sí desearía que se hicieran uso de ellas sobre todo en el laboratorio del centro. En este banco de actividades, he destacado tanto las TIC como otras fuentes de información que incluye libros y revistas científicas, para que la búsqueda de pruebas fuera de una manera más abierta donde los alumnos interactuarán y debatieran entre sí. Esto no me ha supuesto ningún problema durante el desarrollo de los trabajos prácticos.

En el uso de los materiales de laboratorio he tenido en cuenta el nivel al que iban dirigidas las actividades, ya que estamos tratando con alumnos que están entrando en una edad donde no son conscientes muchas veces del riesgo que corren cuando trabajan con ciertos materiales y productos químicos, por ello he tenido presente en los elementos curriculares de cada actividad, el comportamiento que tenga el alumno durante la ejecución de la actividad práctica y que respete las normas de seguridad.

Es necesario que el alumnado este motivado para realizar las actividades que se plantean en este TFM, con lo que dependiendo del rol que tome el profesor durante la ejecución de la actividad práctica, el resultado será satisfactorio o no.

Para finalizar y como reflexión mía personal, tras elaborar esta propuesta didáctica tengo que reconocer que he aprendido mucho. No es lo mismo cuando estas de estudiante que cuando trabajas de profesor, tienes muchas más obligaciones y el aprendizaje que adquiera el alumnado depende de uno mismo.

Esta metodología basada en la indagación, que para mí era desconocida, me ha inspirado para seguir creando bancos de actividades pero ya a todos los niveles tanto de Educación Secundaria

Propuesta didáctica fundamentada para la enseñanza del Suelo en E. Secundaria...

Obligatoria como Bachillerato, como un recurso didáctico de la cual pueda hacer uso en mis clases en el futuro.

## 7. BIBLIOGRAFÍA:

- Bello, S. (2004). Ideas previas y cambio conceptual. *Educación Química*, 15(3), 60-67.
- Bosque, I. (2012). Sexismo lingüístico y visibilidad de la mujer. Madrid. Real Academia Española (RAE).
- Brevik, E. C., Hartemink, A. E. (2010). Early Soil knowledge and the birth and development of soil science. *Catena*, 83, 23-33.
- 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.
- Caamaño, A. (2004). Experiencias, experimentos ilustrativos, ejercicios prácticos e investigaciones: ¿una clasificación útil de los trabajos prácticos? *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, (39), 8-19.
- Campanario, J.M., y Otero, J.C. (2000). Más allá de las ideas previas como dificultades de aprendizaje: las pautas de pensamiento, las concepciones epistemológicas y las estrategias metacognitivas de los alumnos de ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 18(2), 155-169.
- Cañal, P. (2012) ¿Cómo evaluar la competencia científica en secundaria?. *Alambique, Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 72, 75-83.
- Cañal, P. (2012). ¿Cómo evaluar la competencia científica?. *Investigación en la escuela*. 78, 5-17.
- Couso, D. (2014) “De la moda de "aprender indagando” a la indagación para modelizar: una reflexión crítica”. En: de las Heras Pérez, M.A. et al., (Coord.). *Investigación y transferencia para una educación en ciencias: un reto emocionante*. 26 Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales, 28 pp., Universidad de Huelva, Huelva, España.
- Cristobal, C. y García, H. (2013). La indagación científica para la enseñanza de las ciencias. *Horizonte de la Ciencia* 3 (5), 99-104.
- Del Carmen, L. (1983). *Investigando el suelo*. Barcelona, España: Editorial Teide.
- Del Carmen, L. (2000) Los trabajos prácticos. En: Perales, F. J. y Cañal, P., (Coord.). *Didáctica de las ciencias experimentales*. Editorial Marfil: Alcoy, España.
- Del Carmen et al.,(2009). El lugar de los trabajos prácticos en la construcción del conocimiento científico en la enseñanza de la Biología y la Geología. *Didáctica de la biología y la Geología*. 91-108.

- Etxabe, J.M. (2001) Trabajos prácticos como recetas y como investigaciones. *Revista de Psicodidáctica*, 11-12:87-96.
- Field et al.(2011). Soil Science teaching principles. *Geoderma*, 167-168, 9-14.
- Francek, M. (2013). A Compilation and Review of over 500 Geoscience Misconceptions, *International Journal of Science Education*, 35:1, 31-64
- Franco-Mariscal, A.J., Blanco-López, A., y España-Ramos, E. (2014). El desarrollo de la competencia científica en una unidad didáctica sobre la salud bucodental. Diseño y análisis de tareas. *Enseñanza de las Ciencias*, 32(3), 649-667.
- Ibáñez, J.J. (2007). Historia de la Ciencia del Suelo.2º Parte. El nacimiento de la moderna Edafología.
- Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación. BOE nº106, del 4 de mayo de 2006, 2006-7899.
- Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la mejora de la calidad educativa. Ministerio de educación, cultura y deporte. BOE nº295, del martes 10 de diciembre de 2013, 97858-97921.
- Martínez-Chico, M. (2013). Formación inicial de maestros para la enseñanza de las ciencias. Diseño, implementación y evaluación de una propuesta de enseñanza. Tesis doctoral. Universidad de Almería.
- OECD. Organisation for Economic Co-operation and Development. (2013). PISA 2015 Draft Science Framework.
- Orden de 14 de julio de 2016, por la que se desarrolla el currículo correspondiente a la educación Secundaria Obligatoria en la Comunidad Autónoma de Andalucía, se regulan determinados aspectos de la atención a la diversidad y se establece la ordenación de la evaluación del proceso de aprendizaje del alumnado. Ministerio de Educación, cultura y deporte. BOJA nº144, del 28 de julio 2016, 108-396.
- OCDE. Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (2003). La definición y selección de competencias clave. Resumen ejecutivo. Recuperado de [http://comclave.educarex.es/pluginfile.php/130/mod\\_resource/content/3/DESECO.pdf](http://comclave.educarex.es/pluginfile.php/130/mod_resource/content/3/DESECO.pdf)
- ORDEN ECD/65/2015, del 21 de enero de 2015, por la que se describen las relaciones entre las competencias, los contenidos y los criterios de evaluación de la educación primaria, la educación secundaria obligatoria y el bachillerato. Ministerio de Educación, cultura y deporte. BOE, de 29 de enero de 2015, 25, 6986-7003.
- REAL DECRETO 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato. Ministerio de Educación, cultura y deporte. BOE nº 3, del 3 de enero de 2015, 169-546.

- Reyes-Sánchez L.B.(2012). Enseñanza de la ciencia del suelo: Estrategia y garantía de futuro. *Spanish journal of soil science* (2), 87-99.
- Tippett, D. C. (2010). Refutation text in science education: a review of two decades of research. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 8, 951-970.
- Trnova. E. (2014). IBSE and Creativity Development. *Science Education International* (25), 8-18.
- Yus, R.; Rebollo, M. (1993): Aproximación a los problemas de aprendizaje de la estructura y formación del suelo en el alumnado de 12 a 17 años. *Enseñanza de las Ciencias*, 11(3), 265-280.
- Yus, R., Fernández, M., Gallardo, M., Barquín, J., Sepúlveda, M.P., y Serván, M.J. (2013). La competencia científica y su evaluación. Análisis de las pruebas estandarizadas de PISA. *Revista de Educación*, 360, 557-576.

URL:

- <https://www.flickr.com>
- [http://www.profesorenlinea.cl/ecologiaambiente/Contaminacion\\_Suelo.htm](http://www.profesorenlinea.cl/ecologiaambiente/Contaminacion_Suelo.htm).
- <https://www.youtube.com>
- <http://dechocolate.net/tarta-tres-chocolates/>
- <http://pinterest.com>
- <http://www.bioenciclopedia.com/lluvia-acida/>
- <http://huertoginesmorata.blogspot.com.es/2011/10/preparando-un-suelo-fertil.html>
- <http://edafologia.fcien.edu.uy/archivos/EROSION.pdf>
- <http://www.abc.com.py/articulos/la-degradacion-del-suelo-910774.html>
- <https://irbinbarrientosandia.wordpress.com/dsc02549/>



## 8. ANEXOS:

### Anexo I

El estudio e investigación sobre los usos del suelo ha sido esencial para el desarrollo de las sociedades humanas.

Aquí hago un breve repaso al desarrollo de la historia de la ciencia del suelo:

Comienza en el Neolítico en el año 8.000 antes de Cristo con la llegada de la agricultura donde civilizaciones de todas partes del mundo ya empezaron a demostrar tener ciertos niveles de conocimiento sobre la “ciencia del suelo”, aunque previamente ya los humanos sabían de la importancia del suelo por el desarrollo de los alimentos, muchos de ellos ricos en fibra y por proporcionar fuentes de energía como el combustible. La evidencia más antigua de las prácticas en la agricultura se localizaron en un lugar cercano al pueblo moderno de Jarmo en Iraq donde fueron encontradas herramientas destinadas a la cosecha y a la labranza, y fue a partir de aquí cuando empezó a extenderse por todo el mundo empezando por la península Arábrica, y pasando por Egipto, China, Grecia, Roma y la India. Pero no fue hasta la llegada de los romanos a Europa cuando empezó a mejorar realmente la agricultura bajo la influencia del conocimiento griego sobre el tema.

(Brevik & Hartemink, 2010; Early Soil Knowledge and the birth and development of soil science), fraccionaron el conocimiento sobre los suelos romanos en 3 periodos de tiempo:

- 1º Periodo (3er siglo A.C.): Empezó con “Cato” y éste propuso usar el estiércol o abono verde como corrección para mejorar el suelo. Fue la primera referencia registrada de lo que hoy llamamos “compost”. También fue a partir de este periodo cuando los romanos tuvieron la ardua tarea de terraplenar las pendientes del campo para reducir la “erosión” del suelo.
- 2º Periodo (1er siglo A.C.): Llegó con M.T.Varro junto a trabajos reintroducidos por los fenicios y autores griegos en la literatura romana, y Varro proclamó que la agricultura es una ciencia. Admite que los suelos son uno de los grandes componentes de la agricultura y aquí empieza a desarrollar un sistema de clasificación de suelos del país italiano.
- 3º Periodo: El argumento de Plinio el Viejo sobre que la fertilidad del suelo disminuye por debajo de las cosechas y que nunca podría ser repuesta, conllevó discrepancias con otros autores romanos y griegos que tenían opiniones opuestas respecto a este tema. Terminando el 3er periodo, los romanos ya habían creado una clasificación de los suelos teniendo en cuenta el tamaño de grano, color, densidad y estructura, además de la fertilidad.

Siguiendo el hilo histórico, tras la caída de Roma en el 410 AD, la cultura romana cambió a la

bizantina en Turquía, y muchos de los manuscritos romanos sobre la agricultura fueron trasladados a Estambul, aunque los próximos 1000 años los bizantinos mantuvieron las ideas científicas sobre la agricultura ya creadas bajo el Imperio romano.

Hubo una disminución en la agricultura tras la caída del Imperio romano en Europa, pero no fue hasta el s.XI cuando la agricultura mejoró realmente y con ello: el drenaje de los suelos por pantanos, la fertilización de las tierras mediante el uso de estiércol y margas, y el empleo de arado para ayudar a aumentar los campos agrícolas.

En la Edad Media(desde el s.V al s.XIV) hubo un periodo de represión de la ciencia que incluyó el abandono en el conocimiento de los suelos, hasta que en el s. XVI con la llegada del Renacimiento volvió a resurgir el interés por el suelo y los primeros estudios sobre la nutrición de las plantas(intercambio de nutrientes entre el suelo y las plantas) que fueron llevados a cabo por investigadores del nivel de Bernard Palissy (procurador de la teoría de las sales), Francis Bacon, J.B. Van Helmont y Robert Boyle. A pesar del descubrimiento de la importancia del nitrógeno en el crecimiento de las plantas por parte de J.R. Glauber y J. Mayow, y la puesta en escena de un importante concepto relacionado con el suelo como es el “ciclo de los nutrientes en los suelos” estudiado por Leonardo Da Vinci desde el 1504 al 1506, la comprensión sólida en relación al papel del suelo en la naturaleza no llegará hasta bien finalizado el s.XIX (Brevik, E. C., Hartemink, A. E., 2010).

Ibáñez, J.J. (2007), afirma que en el año 1763, Mikhail Lomonosov describía el suelo como “*un cuerpo geobiológico evolutivo, formado por la meteorización, organismos vivos y un largo periodo de tiempo*”, y cuya teoría fue la base para la secuencia de las capas naturales originadas en profundidad.

Ya en el s.XIX es cuando la “ciencia del suelo” empieza a adquirir forma y se la relaciona con disciplinas científicas tales como la Física, Química, Biología, aunque estuvo durante mucho tiempo ligada a la Geología por su modus operandi a la hora de engendrarse (Brevik, E. C., Hartemink, A. E., 2010).

Darwin tuvo un papel importante a la hora de trazar los horizontes del suelo, destacando la importancia de las lombrices de tierra en la velocidad de meteorización, la formación de humus y la diferenciación del perfil del suelo.

A finales del s.XIX, la figura del geólogo-geógrafo ruso Vasili Dokuchaev será clave para establecer la total independencia del suelo de las demás disciplinas y de darle todos los derechos para ser una ciencia independiente. Dokuchaev (1886) constituye su concepto de suelo como “*un cuerpo independiente, ubicado en la parte superficial de las rocas, diferente de la roca madre que, de un modo natural ha experimentado cambios bajo la acción compleja del agua, aire y diferentes clases de organismos vivos y muertos, clima y relieve*”. Comienza a estudiar la anatomía del suelo realizando cortes en el terreno, lo que acaba desenrollando los “perfiles de suelo”, para finalmente concluir con la aceptación de los científicos de la época en cuanto a

considerar el suelo como un cuerpo natural e independiente, y la Edafología como la Ciencia que lo estudia (Ibáñez, J.J., 2007).

Posiblemente el crecimiento más rápido sobre el conocimiento de los suelos (sin estar ligada a la agricultura), fue durante la aplicación de los suelos a problemas medioambientales como la contaminación y los problemas en las aguas subterráneas en el s.XX (Hartemink, 2010). A partir de aquí fue cuando esta ciencia se volvió internacional gracias a la “Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura” (mundialmente conocida como la FAO) anexa a la UNESCO, ambas puestas de acuerdo en la necesidad de atender todo lo referente a los derechos humanos, el desarrollo sostenible, la educación, la protección del medio ambiente y el entendimiento entre los pueblos(ONU 2000) a nivel mundial.

Como conclusión, la ciencia del suelo como hemos visto es una “ciencia joven”, que ha ido evolucionando en sintonía con el progreso científico. De pasar a tener una relación dependiente con la Física, Química, Biología y Geología, se ha transformado en una disciplina científica determinista, con base propia y como cualquier ciencia, fragmentada en diferentes ramas científicas.

## Anexo II

**Orden de 14 de julio de 2016, por la que se desarrolla el currículo correspondiente a la Educación Secundaria Obligatoria en la Comunidad Autónoma de Andalucía, donde se regulan determinados aspectos de la atención a la diversidad y se establece la ordenación de la evaluación del proceso de aprendizaje del alumnado.**

1º E.S.O. de Biología y Geología – OBJETIVOS	
1º	Comprender y utilizar las estrategias y los conceptos básicos de la Biología y Geología para interpretar los fenómenos naturales, así como para analizar y valorar las repercusiones de desarrollos científicos y sus aplicaciones.
2º	Aplicar, en la resolución de problemas, estrategias coherentes con los procedimientos de las ciencias, tales como la discusión del interés de los problemas planteados, la formulación de hipótesis, la elaboración de estrategias de resolución y de diseños experimentales, el análisis de resultados, la consideración de aplicaciones y repercusiones del estudio realizado y la búsqueda de coherencia global.
3º	Obtener información sobre temas científicos, utilizando distintas fuentes, incluidas las tecnologías de la información y la comunicación, y emplearla, valorando su contenido, para fundamentar y orientar trabajos sobre temas científicos.

4º	Adoptar actitudes críticas fundamentadas en el conocimiento para analizar, individualmente o en grupo, cuestiones científicas.
5º	Comprender la importancia de utilizar los conocimientos de la Biología y Geología para satisfacer las necesidades humanas y participar en la necesaria toma de decisiones en torno a problemas locales y globales a los que nos enfrentamos.

### ANEXO III

**Orden de 14 de julio de 2016, por la que se desarrolla el currículo correspondiente a la Educación Secundaria Obligatoria en la Comunidad Autónoma de Andalucía, donde se regulan determinados aspectos de la atención a la diversidad y se establece la ordenación de la evaluación del proceso de aprendizaje del alumnado.**

<b>4ºE.S.O. de Ciencias Aplicadas a la Actividad Profesional – OBJETIVOS</b>	
1º	Aplicar los conocimientos adquiridos sobre Química, Biología y Geología para analizar y valorar sus repercusiones en el desarrollo científico y tecnológico.
2º	Comprender y expresar mensajes con contenido científico utilizando el lenguaje oral y escrito con propiedad, así como comunicar argumentaciones y explicaciones en el ámbito de la ciencia.
3º	Obtener información sobre temas científicos, utilizando distintas fuentes, y emplearla, valorando su contenido, para fundamentar y orientar trabajos sobre ellos.
4º	Obtener información sobre temas científicos, utilizando distintas fuentes, y emplearla, valorando su contenido, para fundamentar y orientar trabajos sobre ellos.
5º	Obtener información sobre temas científicos, utilizando distintas fuentes, y emplearla, valorando su contenido, para fundamentar y orientar trabajos sobre ellos.

### ANEXO IV – Trabajo práctico nº1.



Imagen 1: Recogida de muestras en la playa.



Imagen 2: Molienda muestra de playa.



Imagen n°3: Muestra sobre criba y separación de los materiales.



Imagen n°4: Botella en reposo.



Imagen n°5: Comparación muestra de playa con suelo natural realizando el mismo experimento para visualizar las capas y sus espesores.

## ANEXO V – Trabajo práctico n°2

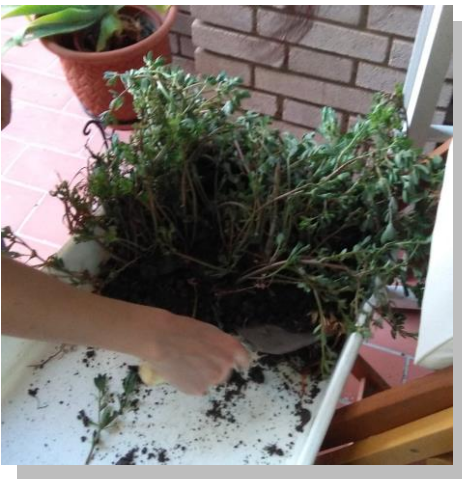


Imagen n°1: Preparación muestra de suelo  
con vegetación



Imagen n°2: Preparación muestra de suelo  
sin vegetación





Imagen nº3: Riego de la muestra de suelo.



Imagen nº4: Muestra de la Vega de Granada.

## ANEXO VI – Trabajo práctico nº3.



Imagen nº 1: Recogida de muestra de suelo en un campo de cultivo.



Imagen nº 2: Tubos de ensayo.

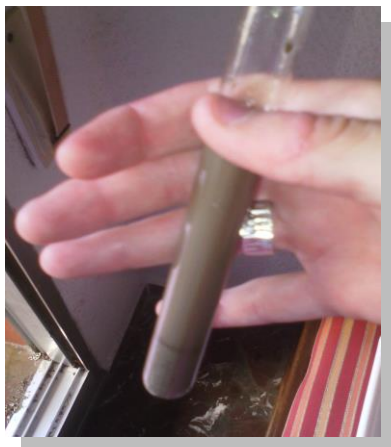


Imagen nº3: Agitación minuciosa del agua destilada con la muestra de suelo.

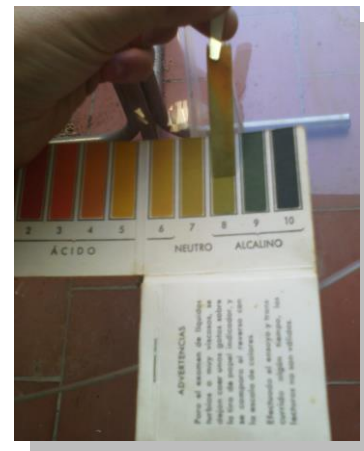


Imagen nº4: Toma de medida del pH.

## ANEXO VII – Trabajo practico nº4.



Imagen nº1: Diseño de las botellas de plástico.



Imagen nº2: Experimento con las botellas y las muestras medidas en cada una de ellas.  
Grava: grava, A: arena y Ar.: arcilla.



Imagen nº3: Probeta, vaso de agua y colorante.



Imagen nº4: Vertido del vaso de agua con colorante en cada muestra.