



**Universidad Internacional de La Rioja**  
**Facultad de Educación**

**Trabajo fin de Máster**

**Estudio exploratorio sobre  
las prácticas de laboratorio  
en Secundaria y diseño de  
una propuesta para 1º de la  
ESO bajo un enfoque CTS y  
desde la perspectiva  
constructivista**

**Presentado por:** Manuela Arévalo Peña  
**Línea de investigación:** Pedagogía experimental  
**Director/a:** Lourdes Jiménez Taracido

**Ciudad:** Ciudad Real  
**Fecha:** Enero de 2013

## Resumen

En el presente Trabajo fin de Máster se ha analizado la percepción que tienen los alumnos de las prácticas de laboratorio.

Para ello, en primer lugar se ha realizado una revisión bibliográfica sobre las prácticas tradicionales, su problemática asociada y su presencia en la normativa educativa. Además, se describe la metodología para realizarlas según la Didáctica de las Ciencias bajo enfoque CTS y modelo constructivista.

En segundo lugar, se ha realizado un estudio exploratorio descriptivo con el fin de investigar la percepción de una muestra incidental de alumnos sobre las prácticas de laboratorio, su metodología y sus limitaciones. De los resultados obtenidos destaca su valoración positiva hacia las mismas y reclaman un aumento de su frecuencia.

Finalmente, se ha diseñado una práctica de laboratorio basada en el método constructivista y bajo enfoque CTS para alumnos de 1º de la ESO, con el fin de que adquieran un aprendizaje significativo de los contenidos estudiados y puedan apreciar su utilidad.

**Palabras clave:** prácticas de laboratorio, enfoque ciencia-tecnología-sociedad (CTS), metodología constructivista, Didáctica de las Ciencias.

## Abstract

In this Master's final Work we have studied the perception of secondary school students towards laboratory sessions.

In order to analyze this perception, firstly we have conducted a literature review on traditional practices, the problems associated with them and their presence in our educational system. We have also described the methodology to perform them according to Didactics of Science under STS approach and constructionist model.

Secondly, we have conducted an exploratory descriptive study to investigate the perception of an incidental sample of secondary school students towards laboratory sessions, their methodology and their limitations. Among the results, their positive assessment towards them and their claim for an increase in their frequency is highlighted.

Finally, we have designed a laboratory session based on constructivist views and STS approach for first's grade students of secondary school, in order to achieve a significant learning of the taught contents and appreciate its usefulness.

**Keywords:** laboratory session, Science-Technology-Society education (STS), constructionist model, Didactics of Science.

## Índice

---

<b>RESUMEN .....</b>	<b>2</b>
<b>ÍNDICE.....</b>	<b>3</b>
<b>1 INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>4</b>
<b>2 PLANTAMIENTO DEL PROBLEMA .....</b>	<b>7</b>
2.1 Objetivos .....	10
2.2 Fundamentación de la metodología.....	10
2.3 Justificación de la bibliografía utilizada .....	10
<b>3 MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>12</b>
3.1 Las prácticas de laboratorio en el sistema educativo castellano-manchego	12
3.2 El paradigma constructivista en la enseñanza de las ciencias .....	18
3.3 El enfoque CTS en la enseñanza de las ciencias.....	19
3.4 el enfoque constructivista a las prácticas de laboratorio con enfoque CTS .	21
<b>4 MATERIALES Y MÉTODO .....</b>	<b>25</b>
4.1 Características de los centros y tamaño de la muestra .....	25
4.2 Instrumento de recogida de datos .....	26
4.3 Tratamiento estadístico de los datos.....	30
<b>5 RESULTADOS Y ANÁLISIS.....</b>	<b>31</b>
<b>6 PROPUESTA DIDÁCTICA .....</b>	<b>39</b>
<b>7 CONCLUSIONES.....</b>	<b>47</b>
<b>8 LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN FUTURA .....</b>	<b>48</b>
<b>9 BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>49</b>
9.1 Referencias bibliográficas .....	49
9.2 Bibliografía complementaria .....	53
<b>ANEXOS .....</b>	<b>55</b>
ANEXO I: Cuestionario utilizado para la recogida de datos .....	55
ANEXO II: Resultados obtenidos tras el tratamiento estadístico de los datos .....	57
ANEXO III: Cuestionario de ideas previas .....	62
ANEXO IV: Ficha de resultados .....	63

## 1 INTRODUCCIÓN

En el preámbulo de la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación (en lo sucesivo, LOE), que regula el sistema educativo en todo el territorio español, se alude a la necesidad de “revisar el modelo de la formación inicial del profesorado y adecuarlo al entorno europeo” con el fin de cumplir con los compromisos europeos de calidad y eficacia. Así, en su artículo 100 se establece que entre los requisitos para poder ejercer como profesor de Educación Secundaria Obligatoria (en adelante, ESO) y Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanzas de Idiomas se encuentra el de poseer la formación pedagógica y didáctica de nivel de Postgrado.

Surge así el Máster de Formación del Profesorado de ESO y Bachillerato, Formación Profesional, Enseñanzas de Idiomas y Enseñanzas Artísticas. Las normas vigentes que rigen este Máster son las siguientes:

- Real Decreto 1834/2008, de 8 de noviembre, por el que se definen las condiciones de formación para el ejercicio de la docencia en la ESO, el Bachillerato, la Formación Profesional y las Enseñanzas de Régimen Especial. En él se establecen las diferentes especialidades de los cuerpos docentes.
- Real Decreto 1393/2007, de 29 de octubre, por el que se establece la ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales.
- Orden ECI/3585/2007, de 27 de diciembre, por el que se establecen los requisitos para la verificación de los títulos universitarios oficiales que habiliten para el ejercicio de las profesiones de Profesor de ESO y Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanza de Idiomas.

En este sentido, para la obtención del Título del Máster anteriormente citado, la Universidad Internacional de La Rioja (en adelante, UNIR) establece que se deberá elaborar y defender públicamente un Trabajo fin de Máster, con una carga lectiva de 6 créditos ETC, dando cumpliendo de esta manera a la normativa mencionada en el párrafo anterior. Su finalidad es demostrar que se han adquirido los conocimientos y las competencias asociadas a la titulación según la misma.

En este ámbito, la UNIR recomienda, dentro de sus líneas prioritarias para enmarcar este trabajo, que se realice una investigación preferiblemente asociada al ámbito didáctico y relacionada con la especialidad cursada, que en mi caso es Biología y Geología. Siguiendo estas indicaciones, el presente Trabajo fin de Máster

versa sobre el diseño de prácticas de laboratorio innovadoras bajo un enfoque CTS y desde una perspectiva constructivista.

La elección de esta temática surge a raíz de la experiencia llevada a cabo durante el *Practicum*. Durante mi estancia en el centro de prácticas tuve la oportunidad de participar en varias prácticas de laboratorio para diferentes niveles, desde 5º primaria hasta 4º de la ESO, además de clases en el aula para los cursos de ESO y bachillerato. Me di cuenta de que los alumnos disfrutaban y aprendían más durante la estancia en el laboratorio que en las clases, donde se solían dispersar más. Además noté una pérdida de interés por la materia conforme iba aumentando la edad de los alumnos, pero que seguían manteniendo la ilusión cuando entraban en el laboratorio. Consideré importante utilizar esta predisposición de los alumnos hacia las prácticas para utilizarlas como base de su aprendizaje de las ciencias, en vez de cómo simple comprobación de lo explicado en la clase.

Por otro lado pude percibir, tras conversaciones establecidas con el profesorado, que la utilización del laboratorio es menor de la que ellos quisieran. Además suelen utilizar un guión, dejando pocas opciones a la iniciativa del alumnado.

Por último, tanto en el Real Decreto 1631/2006, de 29 de diciembre, por el que se establecen las enseñanzas mínimas correspondientes a la ESO y el Decreto 69 /2007, de 29 de mayo, por el que se establece y ordena el currículo de la ESO en la Comunidad de Castilla la Mancha, establecen como uno de sus fines la adquisición por parte del alumnado de los elementos básicos de la cultura científica. Esto incluye el conocimiento del método científico, y la mejor manera de adquirirlo es experimentando en el laboratorio.

Por todo ello, decidí tratar mi Trabajo fin de Máster sobre las prácticas de laboratorio. Para la propuesta didáctica elegí 1º de ESO debido a que considero que es en este nivel en el que se debe comenzar a fomentar su interés por las ciencias, ya que todavía mantienen cierta curiosidad hacia la misma.

Para abordar esta memoria en primer lugar se realizará una reflexión acerca de la problemática existente alrededor de las prácticas de laboratorio que tradicionalmente se llevan a cabo en la escuela: metodología, fines didácticos, limitaciones y sus aportaciones al aprendizaje de contenidos y métodos científicos.

A continuación se realizará una revisión bibliográfica sobre los nuevos enfoques y alternativas a las prácticas de laboratorio tradicional, así como de su influencia en la motivación del alumnado.

Posteriormente, se realizará un estudio exploratorio para estimar opiniones, prácticas habituales y dificultades de los alumnos en relación a las prácticas de laboratorio.

Finalmente, considerando todos los aspectos anteriores, se diseñará una propuesta para la realización de una práctica del laboratorio adecuado al nivel del alumnado de 1º de la ESO bajo un enfoque constructivista, con la finalidad de contribuir a lograr el aprendizaje significativo de dichos contenidos.

## 2 PLANTAMIENTO DEL PROBLEMA

A lo largo de la historia el hombre siempre ha tratado de interpretar la realidad que le rodea a través de la ciencia, construyendo sus propios conocimientos e interpretaciones en función de la concepción que tenía de sí mismo en cada momento (Martín, 2002). Siempre se ha sentido atraído por la investigación y el descubrimiento. De hecho, ya de pequeños una de las actividades que más les gusta realizar a los niños en primaria son los experimentos (Guzmán, 2008). En cambio, cuando llegan a secundaria, esa curiosidad e interés natural se va perdiendo, distanciándose incluso de la ciencia. De hecho, los resultados de diversas investigaciones muestran que los alumnos, aproximadamente en torno a los 12 años, es decir, cuando dejan la etapa de primaria y empiezan la de secundaria, comienza a transformar “en desinterés, aburrimiento y experiencias de fracaso escolar” (Murphy & Beggs, 2003, citados por Vázquez & Manassero ,2008, p.275) ese interés y curiosidad innatos.

Según Vázquez & Manassero (2008) este desinterés les lleva a abandonar la ciencia en la escuela. Así, según un estudio realizado por Solbes (2011) con datos de las pruebas de acceso a la Universidad (PAU) en Valencia entre los años 1996 y 2009, la matriculación de alumnos en bachillerato científico y en las materias científicas optativas ha disminuido considerablemente y, consecuentemente, existe un abandono de las carreras de ciencias por otras especialidades.

Esta situación ha sido denominada por autores como Pozo & Gómez (2009) como “crisis de la educación científica” (p. 18). Tanto Solbes, Montserrat & Furió (2007) como Pozo & Gómez (2009) analizan las causas de esta situación, llegando a la conclusión de que éstas son numerosas y complejas, pero en ambos trabajos coinciden en que la motivación hacia las ciencias, y más concretamente la falta de ella, es la principal causa de que los alumnos no muestren interés por aprenderla.

Autores como Vazquez & Manassero (2008) afirman que los alumnos de secundaria consideran la ciencia como “autoritaria, aburrida, difícil, irrelevante para la vida diaria y causa de los problemas medio-ambientales que preocupan a la opinión pública” (p.275). La imagen que tienen de ella es más negativa que la que puedan tener de otras materias (Solbes, 2011).

Solbes et al. (2007) concluyó a partir de las propias respuestas de los alumnos que su interés por las ciencias se acrecentaría, entre otros factores, con la realización de

más prácticas de laboratorio o el tratamiento de temas más cercanos a su vida cotidiana, a su realidad. Estas apreciaciones de los alumnos se encuentran en consonancia con la de los profesores, que consideran en su gran mayoría que el trabajo práctico en el laboratorio aumentaría su interés por las ciencias, seguidas de la historia de las ciencias y el trabajo de las relaciones existentes entre ciencia, tecnología y sociedad (en adelante CTS).

A pesar de lo expresado tanto por profesores y alumnos, la utilización del laboratorio en secundaria suele ser limitada. El gran número de alumnos y grupos limita con frecuencia el número de prácticas que se pueden desarrollar en el laboratorio. Además, en muchas ocasiones el laboratorio no dispone del material adecuado, lo que reduce la utilidad del laboratorio para la enseñanza. Si a esto le unimos que los profesores deben ajustar un tiempo limitado a un temario extenso, de marcado carácter teórico, las visitas frecuentes al laboratorio se ven fuertemente entorpecidas (López, 2009).

Por otro lado, las prácticas que se realizan generalmente en los centros educativos se suelen basar en un protocolo con instrucciones pormenorizadas que se le facilita al alumno para la realización del experimento, no dejándole la oportunidad para formular sus propias hipótesis (Caldeira, 2005). Aunque comúnmente la realización de estos experimentos se ha identificado con la construcción del conocimiento científico, según Jiménez, Álvarez y Lago (2005) hacer ciencia es más que realizar experimentos, implica discutir ideas, formular hipótesis, evaluar y elegir entre diferentes alternativas. De hecho, como señalan Barberá & Valdés (1996), citados por Flores, Caballero & Moreira (2009, p. 82), “hacer ciencia es un proceso difuso, incierto, intuitivo e idiosincrásico, y debe apreciarse en la enseñanza con toda su vaguedad, sin intentar disimularla”. Por lo tanto, las prácticas de laboratorio no deberían realizarse como si fueran una “receta de cocina”, que impide que el alumno comprendan la investigación científica, sino intentar que el estudiante sea cada vez más autónomo, tanto en la planificación como en la ejecución de las prácticas (Caldeira, 2005).

Como afirma Gallagher (1991), citado por Caldeira (2005, p.176), las prácticas de laboratorio deberían estar estructuradas de forma que animen al estudiante a “aprender a formular y comprobar hipótesis, como medio para aumentar la comprensión” (p. 176), en vez de inducir a hallar la respuesta correcta.

En cuanto al tratamiento de las relaciones existentes entre CTS, los profesores encuestados por Solbes et al. (2007) alegan que una de las causas por la cual no las

aplican es la falta de formación del profesorado en estos temas, que desconocen y que no forman parte de la enseñanza tradicional. Incluso algunos consideran que no se deben incluir en la enseñanza o simplemente que no existe relación alguna entre ellas, lo cual dificulta considerablemente la introducción en el aula de estos temas.

La mayoría de los profesionales de la educación básica se involucran poco en las investigaciones e innovaciones, tanto porque no leen acerca de ellas (Jong, 2007, citado por Oliva, 2011, p. 43) como porque no escriben sobre su propio trabajo y reflexiones (Sanmartí, 2008, citado por Oliva, 2011, p. 43), por lo que resulta muy difícil involucrar a este colectivo en las nuevas tendencias y enfoques didácticos.

Así, la metodología predominante seguida para la enseñanza de las ciencias sigue siendo tradicional, basada en exposiciones magistrales y en la transmisión de conocimientos (Oliva, 2005), que influye en las propias prácticas de laboratorio.

Aún así, no es solamente la metodología seguida la que causa el desinterés hacia las ciencias de los estudiantes. Solbes (2011) afirma, a partir de investigaciones realizadas, que la imagen pública existente de las ciencias, el tratamiento de la misma en el propio sistema educativo y los problemas de género han provocado una disminución del número de estudiantes que se matriculan en materias científicas durante la ESO y en la universidad.

Este desinterés impedirá que los alumnos adquieran los conocimientos básicos que les permita ser conscientes de los problemas que existen en el mundo y de las actuaciones que pueden realizar para resolverlos, incluso de su capacidad para modificar situaciones (Marín, 2002). Actualmente nos encontramos en un mundo globalizado, donde los avances de la ciencia y la tecnología tienen una gran influencia en la economía, política, cultura, etc., por lo que la adquisición de estos conocimientos básicos, que se conoce como alfabetización científica, será necesaria para cualquier persona, sea cual sea su trayectoria profesional (Prieto, España & Marín, 2012).

Para conseguir esta alfabetización, Ratcliffr y Millar (2009), citados por Prieto et al. (2012, p. 72), afirman que es necesario aumentar la clásica perspectiva que se tiene de la enseñanza de las ciencias, que “requiere cambios importantes que tienen implicaciones en la selección de los contenidos, en su estructuración y en la forma en que se trabajen en el aula” (p. 72).

Por lo tanto, el profesorado tiene un papel fundamental para aumentar el interés de los estudiantes hacia la ciencia, de hacerles conscientes de su utilidad en su vida

diaria. Para ello, el maestro debe dejar de ser solamente transmisor de información para pasar a ser mediador entre los estudiantes y el conocimiento, guiándoles y orientándoles, adquiriendo un rol constructivo y reflexivo (Villaruel, 2009).

## 2.1 OBJETIVOS

En el presente Trabajo fin de Máster se pretende alcanzar los siguientes objetivos:

➤ **Objetivo general:**

- Reflexionar acerca de las prácticas de laboratorio y su aplicación en Secundaria.

➤ **Objetivos específicos:**

- Describir la importancia del trabajo experimental en el sistema educativo castellano-manchego a partir de la revisión de la normativa vigente.
- Definir nuevos enfoques y alternativas a las prácticas de laboratorio tradicionales haciendo especial énfasis en el enfoque CTS.
- Aportar impresiones y valoraciones de una muestra de alumnos de secundaria sobre las prácticas de laboratorio.
- Diseñar una práctica de laboratorio para alumnos de 1º de la ESO con un enfoque CTS.

## 2.2 FUNDAMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA

La metodología utilizada para poder alcanzar los objetivos propuestos ha consistido, en primer lugar, en la búsqueda de bibliografía relacionada existente para poder establecer el estado de la cuestión. En segundo lugar, se ha realizado un estudio exploratorio descriptivo con recogida de datos cuantitativos a alumnado de secundaria. Finalmente se ha elaborado una práctica de laboratorio como respuesta a los datos obtenidos y en la que se refleja los conocimientos adquiridos respecto al tema planteado.

## 2.3 JUSTIFICACIÓN DE LA BIBLIOGRAFÍA UTILIZADA

La bibliografía utilizada para realizar el presente Trabajo fin de Máster ha sido buscada principalmente a través de la red en artículos de diferentes revistas relacionadas con la didáctica de las ciencias y de la enseñanza en general. Se han

consultado también páginas web de diferentes instituciones, fundaciones, etc., además de libros de educación y nuevas metodologías. También se ha realizado un análisis de la normativa educativa vigente para comprobar el tratamiento que en ella se hace de la temática tratada.

Debido a la falta de tiempo y recursos para realizar el trabajo no se ha podido consultar una gran variedad de formatos en la bibliografía.

### 3 MARCO TEÓRICO

Las prácticas de laboratorio son ampliamente aceptadas por los profesores como un elemento esencial en el aprendizaje de las ciencias (Reigosa, 2012), siendo valoradas en la normativa educativa vigente, como se analizará en el apartado 3.1.

Por otro lado, la LOE trajo consigo la denominada escuela inclusiva, en la que se apuesta por la interdisciplinariedad y por métodos constructivistas de enseñanza. Por lo que, a la hora de diseñar prácticas de laboratorio, se deben de tener en cuenta estos enfoques, que se tratarán de analizar en los apartados 3.2, 3.3, 3.4.

#### 3.1 LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO EN EL SISTEMA EDUCATIVO CASTELLANO-MANCHEGO

El sistema educativo español está regulado por una serie de normativas, tanto a nivel estatal como autonómico. La normativa que regula el sistema educativo de la Comunidad de Castilla-La Mancha en la etapa de ESO es la siguiente:

- Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación.
- Real Decreto 1631/2006, de 29 de diciembre, por el se establecen las enseñanzas mínimas correspondientes a la Educación Secundaria Obligatoria.
- Decreto 69/2007, de 28 de mayo, por el que se establece y ordena el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria en la Comunidad Autónoma de Castilla-La Mancha.

En el presente apartado se muestra una revisión de esta normativa con el fin de comprobar el papel que le otorgan a las prácticas de laboratorio y a la experimentación en general. Para ello analizaremos las finalidades perseguidas y los diferentes elementos del currículo, centrándonos en la ESO.

En el artículo 22 de la LOE se establece como finalidad de la ESO que “los alumnos y alumnas adquieran los elementos básicos de la cultura, especialmente en sus aspectos humanístico, artístico, científico y tecnológico [...] y formarles para el ejercicio de sus derechos y obligaciones en la vida como ciudadanos” (p. 17169). Luego, la adquisición del conocimiento científico se encuentra incluida como fin de esta etapa. De hecho, en el Real Decreto 1631/2006, en su Anexo II, cuando describe el área de Ciencias de la Naturaleza, se establece que durante esta etapa “la ciencia

debe estar próxima al alumnado y favorecer su familiarización progresiva con la cultura científica, llevándole a enfrentarse a problemas abiertos y a participar en la construcción y puesta a prueba de soluciones tentativas fundamentales” (p. 691). Además, en el Decreto 69/2007 también se establece como finalidad de la materia Ciencias de la Naturaleza la ampliación del conocimiento del alumno y la construcción de modelos “que ayuden a comprender el mundo natural desde un enfoque científico, mediante la formulación de hipótesis que después han de ser contrastadas y el uso de procedimientos de búsqueda, observación directa o experimentación” (p. 14828).

Centrándonos en el currículo, éste se encuentra definido en la LOE como “el conjunto de objetivos, competencias básicas, contenidos, métodos pedagógicos y criterios de evaluación de cada una de las enseñanzas reguladas en la presente Ley” (p. 17166).

Para la ESO se plantean doce objetivos de etapa, recogidos en la LOE, y nueve para el área de Ciencias de la Naturaleza, recogidos en el Real Decreto de enseñanzas mínimas.

Dentro de los objetivos de etapa, podemos identificar aquellos que pueden estar relacionados con las prácticas de laboratorio los siguientes:

- f: “Concebirl el conocimiento científico como un saber integrado, que se estructura en distintas disciplinas, así como conocer y aplicar los métodos para identificar los problemas en los diversos campos del conocimiento y de la experiencia [...].
- g: Desarrollar el espíritu emprendedor y la confianza en sí mismo, la participación, el sentido crítico, la iniciativa personal y la capacidad para aprender a aprender, planificar, tomar decisiones y asumir responsabilidades” (p. 17169).

El primero hace referencia a la importancia de adquirir un saber integrado, es decir, aplicación de un método constructivista que permita relacionar los conocimientos adquiridos de las diferentes disciplinas (este modelo se verá con mayor detalle en los apartados 3.2 y 3.4). El segundo hace referencia a la adquisición de actitudes científicas, como son el sentido crítico, la toma de decisiones, la planificación y el espíritu emprendedor. Estas actitudes se adquieren al poner en práctica el método científico, ya que éste consiste precisamente en plantearse preguntas y buscar soluciones de forma crítica.

Dentro de los objetivos de área, los objetivos que pueden encontrarse relacionados con las prácticas de laboratorio serían los siguientes:

- 2. “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.”
- 3. Comprender y expresar mensajes con contenido científico utilizando el lenguaje oral y escrito con propiedad, interpretar diagramas, gráficas, tablas y expresiones matemáticas elementales, así como comunicar a otros argumentaciones y explicaciones en el ámbito de la ciencia.
- 4. 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.
- 5. Adoptar actitudes críticas fundamentadas en el conocimiento para analizar, individualmente o en grupo, cuestiones científicas y tecnológicas” (p. 693).

Aunque estos objetivos no se refieren explícitamente a las prácticas en laboratorio, a excepción del número 2, todos ellos se encuentran implícitos en el método científico que se aplica en las prácticas y en el modelo constructivista: identificación y resolución de problemas, formulación de hipótesis, análisis de resultados, interpretación de datos, adquisición de lenguaje científico, obtención de información y desarrollo de actitudes críticas. Por lo tanto, todas estas actitudes pueden ser desarrolladas mediante sesiones realizadas en el laboratorio.

Centrándonos en el Decreto del currículo autonómico, éste establece seis objetivos de área. Los que se pueden encontrar relacionados con las prácticas de laboratorio son los siguientes:

- 1. “Comprender y expresar los conceptos básicos, principio y leyes de las ciencias experimentales, utilizar el vocabulario científico con propiedad para interpretar diagramas, gráficas, tablas y expresiones matemáticas elementales, así como comunicar argumentaciones y explicaciones.”

- 2. Aplicar el método científico, en los estudios individuales o en grupo, para el análisis de cuestiones científicas y tecnológicas y la resolución de problemas locales y globales. Y valorar la importancia de utilizar los conocimientos de las ciencias de la naturaleza para satisfacer las necesidades humanas.
- 3. 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 de contenido científico.
- 4. Desarrollar actitudes críticas y hábitos favorables a la promoción de la salud personal y colectiva y a la conservación del medio ambiente, facilitando estrategias que permitan hacer frente a los riesgos de la sociedad actual en aspectos relacionados con la alimentación, el consumo, las drogodependencias, la sexualidad y el desarrollo sostenible” (p. 14829).

Como se puede observar, los objetivos de ambas normativas son muy similares. Los objetivos de este Decreto también se encuentran relacionados con la aplicación del método científico que se realiza en las prácticas de laboratorio, aunque no se menciona explícitamente la ejecución de experimentos.

Si realizamos un análisis de las competencias básicas relacionadas en el Anexo I del Real Decreto de enseñanzas mínimas, la que se encuentra más estrechamente relacionada con el área de las Ciencias de la Naturaleza es “competencia en el conocimiento y la interacción con el mundo físico” (p. 686). En ella se incluye la realización de diseños experimentales, es decir, prácticas de laboratorio, como un medio para alcanzar que los estudiantes se familiaricen con el trabajo científico.

Pero la realización de prácticas de laboratorio también pueden contribuir a la adquisición de otras competencias, como la competencia matemática, mediante la realización de cálculos numéricos necesario para la realización de algunas prácticas; la competencia en comunicación lingüística, a través de la argumentación de resultados y la adquisición de terminología específica; el tratamiento de la información y competencia digital, mediante el tratamiento de datos obtenidos durante la práctica y la presentación de los resultados, que además se pueden realizar de forma digital; la competencia social y ciudadana, debido a la contribución de las prácticas de laboratorio a la alfabetización científica; la competencia a aprender a aprender, mediante la formulación de hipótesis, búsqueda de soluciones y diseños experimentales; la competencia autonomía e iniciativa personal, mediante

la formación de un espíritu crítico, activo, inquieto y curioso a través de la planificación de su propia investigación; la competencia emocional (añadida en el Real Decreto 69/2007, p. 14828), mediante el conocimiento de si mismos y la adquisición de unas pautas de actuación fundamentadas científicamente.

En relación a los contenidos y a los criterios de evaluación, nos centraremos a los establecidos para la materia de Ciencias de la Naturaleza de primero de la ESO, ya que este ha sido el curso elegido para diseñar una práctica de laboratorio basada en el modelo constructivista y bajo un enfoque CTS.

Los contenidos de este curso de distribuyen en cuatro bloques. El primer bloque engloba una serie de contenidos comunes que tienen relación con el conocimiento científico, de los cuales los que se pueden aplicar a las prácticas de laboratorio son: familiarización con las características básicas del conocimiento científico, utilización de las tecnologías y los medios de comunicación para seleccionar información en relación con las ciencias de la naturaleza, interpretación de la información y de los datos, utilización de los materiales e instrumentos del laboratorio de forma cuidadosa y respeto a las normas de seguridad del mismo. El Decreto del currículo autonómico añade además la “práctica de proyectos de investigación en equipo” (p. 14829).

El segundo bloque de contenidos hace referencia a la Tierra en el Universo. En este los contenidos que tienen que ver con las prácticas de laboratorio son: “Reconocimiento de situaciones y realización de experiencias sencillas en las que se manifiesten las propiedades generales de sólidos, líquidos y gases”, “Identificación de mezclas y sustancias” y “Utilización de técnicas de separación de sustancias” (p. 693).

En el tercer bloque, dedicado a los materiales terrestres, son los siguientes contenidos los que se pueden relacionar con el trabajo en el laboratorio: “manejo de instrumentos para medir la temperatura, la presión, la velocidad y la humedad del aire”, “estudio experimental de las propiedades del agua”, “observación y descripción de las rocas más frecuentes”, “utilización de claves sencillas para identificar minerales y rocas” (p.693-694).

Por último, en el cuarto bloque, donde se estudian los seres vivos y su diversidad, se pueden encontrar dos contenidos con referencia a las prácticas: “utilización de claves sencillas e identificación de seres vivos” y “utilización de la lupa y el microscopio óptico para la observación y descripción de organismos unicelulares, plantas y animales” (p. 694).

Finalmente, en relación a los criterios de evaluación para primero de ESO, se pueden identificar cuatro que permitirán evaluar los conocimientos adquiridos en el laboratorio:

- 3. “Establecer procedimientos para describir las propiedades de materiales que nos rodean, tales como la masa, el volumen, los estados en los que se presentan y sus cambios [...].
- 4. Relacionar propiedades de los materiales con el uso que se hace de ellos y diferenciar entre mezclas y sustancias, gracias a las propiedades características de estas últimas, así como aplicar algunas técnicas de separación [...].
- 7. Conocer las rocas y los minerales más frecuentes, en especial los que se encuentran en el entorno próximo, utilizando claves sencillas y reconocer sus aplicaciones más frecuentes [...].
- 8. Reconocer que los seres vivos están constituidos por células y que llevan a cabo funciones vitales que les diferencian de la materia inerte. Identificar y reconocer las peculiaridades de los grupos más importantes, utilizando claves dicotómicas para su identificación” (p. 694).

Según el criterio número 3 se pretende comprobar si el alumnado, a partir de experiencias sencillas, puede investigar las características de la materia e identificar sus cambios de estado, a la vez que maneja adecuadamente el instrumental científico. De acuerdo con el criterio número 4 se valora el saber aplicar algunas técnicas de separación de materiales. El criterio número 7 hace referencia a la capacidad del estudiante de utilizar claves sencillas para la identificación de rocas y minerales así como saber identificar sus propiedades, como las reacciones que presentan ante determinados reactivos. Por último, el criterio número 8 valora la utilización de claves dicotómicas para la identificación de seres vivos, así como el uso del microscopio y la lupa binocular.

El Decreto 69/200007 añade dos criterios de calificación más a los mencionados anteriormente que tiene relación con las prácticas de laboratorio:

- 9. “Utilizar los procedimientos de las ciencias para estudiar y buscar alternativas a cuestiones científicas y tecnológicas y a la resolución de problemas locales y globales [...].
- 10. Utilizar las TIC como fuente de consulta y como instrumento de representación y de presentación de documentos” (p. 14831).

Según el criterio número 9 se valora la capacidad del alumno para formular hipótesis, diseñar experimentos, buscar alternativas y analizar riesgos, resultados y sus efectos. De acuerdo con el criterio número 10 se valora su capacidad para representar la información obtenida en los experimentos.

Consecuentemente, tras la revisión realizada, se puede considerar que la normativa que regula el sistema educativo castellano manchego valora el trabajo experimental, considerándolo como un medio para poder alcanzar los objetivos y competencias establecidos, aunque la mención explícita de las prácticas de laboratorio es mínima.

### **3.2 EL PARADIGMA CONSTRUCTIVISTA EN LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS**

El constructivismo está aceptado internacionalmente, aunque existen diferentes formas de ver las implicaciones que supone. Gran cantidad de autores afirman que es “un enfoque epistemológico, basándose en la relación o interacción que se establece entre el objeto de conocimiento y el sujeto que aprende” (Mazerío & Mazarío, s.f., p. 5).

El constructivismo supone que el conocimiento que adquiere una persona “no es una copia de la realidad, sino una construcción” (Carretero, 2002, p. 25) que realiza según las ideas previas que tiene respecto a la nueva información y la actividad que se realice respecto a ella. La interacción con la realidad puede hacer que estas ideas cambien al adquirir experiencia.

Estas ideas previas son denominadas preconceptos y se consideran de gran importancia antes de comenzar el proceso de enseñanza de las ciencias, ya que serán utilizados para ir construyendo el nuevo conocimiento, modificando o ampliando el conocimiento que ya poseen los estudiantes sobre los fenómenos naturales (Jiménez, 2000).

El constructivismo en el proceso de enseñanza se sustenta en aportaciones de diferentes filósofos, humanistas epistemológicos, etc. desde la Grecia antigua hasta la actualidad (Mazerío & Mazerío, s.f.).

Según Mazerío & Mazerío (s.f.), tres han sido los autores que han aportado ejemplos notables sobre teorías constructivistas aplicadas a la educación: Jean Piaget, Lev Seminovitch Vigotsky y David Ausubel.

El primero de ellos, Jean Piaget, supone que el niño va construyendo su conocimiento de acuerdo con su desarrollo cognitivo en vez de adquirirlo directamente de una fuente externa.

Por otro lado Lev Seminovitch mantiene que el aprendizaje de los seres humanos se encuentra fuertemente influenciado por las relaciones sociales y culturales, concibiendo el aprendizaje como “una reconstrucción de los saberes socio-culturales y se facilita por la interacción con otros individuos” (Mazerío & Mazerío, s.f., p. 16).

En cuanto a Ausubel, éste defiende que la construcción del conocimiento no se desarrolla de forma arbitraria, sino que ésta es realizada conscientemente por el alumno, que determina la forma de interaccionar la nueva información con la ya asimilada. Para ello el alumno debe ser consciente de la relación existente entre ellas, si no, lo que este autor denominó el aprendizaje significativo no se podría realizar. Además, este proceso es “dinámico, sistemático y evolutivo” (Mazarío & Mazarío, s.f., p. 16).

En resumen, la teoría constructivista aplicada a la educación trata de utilizar los preconceptos que poseen los alumnos para ir construyendo sobre ellos los nuevos conocimientos, ya sea transformándolos, sustituyéndolos o ampliándolos. En este proceso el profesor se convierte en un mediador entre los alumnos y los nuevos conocimientos, en cuya construcción los estudiantes deben participar activamente (Soria, Giménez, Fanlo & Excanero, s.f.).

### 3.3 EL ENFOQUE CTS EN LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS

De acuerdo con Archer (1994), citado por Zenteno-Mendoza & Garritz (2010, p. 3), el enfoque CTS está basado en la realización de actividades enfocadas a “la toma de decisiones sobre aspectos sociales del mundo-real que tienen un contenido importante de ciencia y de técnica” (p. 3) que además proporciona al alumno la capacidad de razonamiento crítico.

Este movimiento surgió en EEUU hacia los años sesenta y setenta como respuesta a la crisis en la relación existente entre la ciencia y la tecnología con la sociedad (Membela, 2002). Pretendía la “alfabetización en ciencia y tecnología para todas las personas” (Acevedo & Acevedo, s.f., ¶3), incluyendo la cultura de la ciencia en el currículo escolar y su relación con el contexto social, económico y político, de forma que resultase más cercana a la realidad de los alumnos. Posteriormente, en la reforma de los ochenta, fue introducido en la Educación Secundaria (Acevedo & Acevedo, s.f.).

Este enfoque implica cambiar la forma de trabajar respecto al modelo tradicional, ya que tanto la visión que tiene de la educación como los fines que persigue requieren de un cambio sustancial en la enseñanza de la ciencia (Zenteno-Mendoza & Garritz, 2010). Su objetivo es la alfabetización científica y tecnológica de los estudiantes con el fin de llegar a formar ciudadanos responsables, capaces de tomar decisiones informadas y razonadas sobre los problemas de la sociedad en la que viven (Rubba y Wiesemayer, 1988, citado por Membela, 2002, p. 93) y que tengan pensamiento crítico e independencia intelectual (Aikenhead, 1987, citado por Membela, 2002, p.93). Este enfoque prioriza los contenidos axiológicos y actitudinales. Constituye, por tanto, una innovación del currículo (Acevedo, 1997, citado por Acevedo & Acevedo, s.f., ¶4).

También supone una modificación de los roles que asumen tanto los profesores como los estudiantes en el aula. Los primeros deben estar comprometidos con el enfoque CTS, reconociendo la importancia en la relación existente entre la ciencia y la sociedad, además de ser capaces de aplicar estrategias pedagógicas alternativas a las tradicionales que impliquen a los estudiantes y promuevan en ellos la responsabilidad ciudadana hacia la toma de decisiones. Los segundos deben conocer tanto la lógica interna de la ciencia como sus implicaciones sociales y ambientales (Martínez, Villamil & Peña, 2006).

Las principales contribuciones que supone la inclusión del enfoque CTS en la enseñanza son la alfabetización científica del alumnado, el desarrollo de su pensamiento crítico y el impulso de su participación en el control y evaluación de los avances científicos y tecnológicos (Gordillo y Osorio, 2003, citados por Zenteno-Mendoza & Garritz, 2010, p.3). Además, les permite dar sentido a los contenidos que estudian, apreciar su utilidad fuera del aula (Acevedo & Acevedo (s.f.) y mejorar su actitud hacia la ciencia y la tecnología (Membela, 2002), motivándoles hacia su aprendizaje.

Sin embargo todavía no se ha conseguido alcanzar una enseñanza enfocada en CTS de calidad, a pesar de considerarse fundamental. Esto se debe, en primer lugar, a que el profesorado no se encuentra preparado en estos temas (Acevedo, 2010), ya que no suelen formar parte de su formación científica universitaria ni de su posterior formación como docente. De esta forma es difícil que el profesorado muestre una actitud totalmente positiva hacia su inclusión (Acevedo, Vázquez, Manassero & Acevedo, 2007).

En segundo lugar, la inclusión de la relación CTS en los currículos es compleja, cambiante, dialéctica y multidisciplinar y no existen precedentes convincentes de un currículo de ciencias parecido (Acevedo, Vázquez, Manassero & Acevedo, 2007), lo que dificulta su aplicación. Además se carece de investigaciones con resultados positivos claros sobre la enseñanza CTS (Membela, 2002). Por otro lado, no existen muchos materiales curriculares adecuados (Aikenhead, 1992; Bybee, 1991, citados por Membela, 2002), ya que no son muchos los profesores que tienen los recursos, la energía y el tiempo necesario para desarrollarlos (Membela, 2002).

Por último, los conceptos científicos se adquieren en menor cantidad a través de este enfoque, por lo que puede influir en los resultados académicos futuros de los estudiantes (Aikenhead, 1990, citado por Membela, 2002, pp.99). Además, las pruebas externas que pretenden conocer el proceso educativo normalmente no tienen en cuenta esta perspectiva CTS (Membela, 2002). Esto dificulta su puesta en marcha en las escuelas.

### **3.4 EL ENFOQUE CONSTRUCTIVISTA A LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO CON ENFOQUE CTS**

La aplicación del enfoque constructivista a las prácticas de laboratorio surge como respuesta a las prácticas habituales de “receta de cocina” cuya problemática se encuentra descrita en el apartado 2. Surgen así diferentes tendencias, dentro de la Didáctica de las Ciencias, que se tratarán de explicar a continuación.

Entre los profesores e investigadores de la docencia están ampliamente aceptadas las prácticas de laboratorio como elemento esencial en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias (Reigosa, 2012), ya que permiten que los alumnos desarrollen habilidades y actitudes de carácter científico (Aguilar & Canto, 2007).

El trabajo en el laboratorio tiene un gran potencial para conseguir diversidad de objetivos relacionados con el aprendizaje de conceptos y procedimientos, metodología científica, razonamiento y actitudes científicas (Tenreiro-Vieira & Marqués, 2006). Así, dependiendo de los objetivos que se planteen, se pueden utilizar diferentes actividades. Pero se debe tener en cuenta que la construcción del conocimiento por parte de los alumnos va a depender no solo de estas actividades sino también del procedimiento a seguir durante su realización (De Longhi et al., 2012).

Existen diferentes tipos de actividades para realizar en el laboratorio, que han sido clasificadas de diferente manera según los autores. En la Tabla 1 se pueden observar algunas de estas clasificaciones.

**Tabla 1: Clasificaciones de actividades para realizar en el laboratorio.**

AUTOR	CLASIFICACIÓN	FINALIDAD
Woolnough y Allsop	Experiencias	Observar y comprender un fenómeno
	Experiencias ilustrativas	Comprobar y ejemplificar principios
	Ejercicios	Desarrollar procedimientos y técnicas experimentales
	Experiencias	Comprobar hipótesis
	Investigaciones	Resolución de problemas
Caramaño	Experiencias	Percepción de fenómenos
	Experiencias ilustrativas	Ilustrar principios o relación entre variables
	Ejercicios prácticos	Aprender procedimientos y destrezas o ilustrar teoría
	Investigaciones	Resolución de problemas
Leite	Ejercicios	Aprender técnicas de laboratorio y destrezas procedimentales
	Actividades orientadas para la adquisición de sensibilidad acerca de fenómenos	Percepción sensorial
	Actividades ilustrativas	Comprobar conceptos o principios conocidos
	Actividades orientadas para comprobar qué sucede	Comprobar conceptos o principios no conocidos
	Actividades del tipo Predecir-observar-explicar-reflexionar	Resolución de problemas con protocolo
	Investigaciones	Resolución de problemas

Como se puede observar en la Tabla 1, se puede decir que existen actividades orientadas a la adquisición de conocimientos conceptuales y otras a los procedimentales. Por otro lado, hay unas actividades en las que simplemente se aplica la denominada “receta de cocina” mientras que otras supone el planteamiento de una hipótesis que hay que contrastar mediante una pequeña investigación. Estas últimas son las que, según Tenreiro-Vieira & Marqués (2006), más se justifican ya que permiten que el alumnado desarrollen su capacidad para pensar críticamente.

Estas actividades en forma de pequeña investigación obligan al alumno a buscar posibles soluciones a determinados problemas o situaciones problemáticas al carecer de una guía para su resolución, a diseñar los procedimientos que utilizará, a determinar qué datos recogerá o cómo los registrará, a interpretarlos y cotejarlos con la situación inicial y a argumentar la solución que ha adoptado en base a los datos obtenidos. En definitiva, permitirá que los alumnos utilicen “capacidades de pensamiento tales como: formular preguntas, formular hipótesis explicativas, probar esas explicaciones, considerar explicaciones alternativas y comunicar resultados” (Tenreiro-Vieira & Marqués, 2006, p. 455).

Muchos autores defienden este tipo de actividades ya que permiten la aproximación del alumnado a “la actividad científica al promover la construcción del conocimiento [...], así como el desarrollo de actitudes y de capacidades de pensamientos” (Miguéns e Serra, 2000; Marlow e Marlow, 1996; Tinker, 1995; Veiga, 2000; citados por Tenreiro-Vieira & Marqués, 2006, p. 455).

En definitiva, la realización de prácticas de laboratorio en forma de pequeñas investigaciones proporciona a los alumnos las capacidades necesarias para convertirse en ciudadanos educados científicamente que pueden adaptarse a los continuos cambios que se producen en el mundo. De esta forma podrán tomar decisiones y resolver problemas sociales relacionados con la ciencia y la tecnología (Tenreiro-Vieira & Marqués, 2006).

En un estudio llevado a cabo por Tenreiro-Vieira & Marqués (2006), se sustituyeron las prácticas de laboratorio tradicionales por otras que fomentaban “la construcción de conocimientos científicos como el desarrollo del pensamiento de los alumnos” (p. 456). Se trataban de actividades más abiertas realizadas en grupo, con mayor número de cuestiones a resolver. Durante la realización de este tipo de actividades se observó un aumento del interés de los alumnos por lo que estaban haciendo, comenzaron a reflexionar y defender sus ideas además de aceptar las de los demás, trabajaron en equipo y se volvieron más autónomos.

A pesar de que este formato es el más defendido a la hora de realizar propuestas curriculares para el aprendizaje de las ciencias y aceptado por la mayoría de los profesores, en la realidad no es muy utilizado. Las prácticas de laboratorio suelen estar poco planificadas y limitarse a la demostración de alguna teoría o principio, dejando que los alumnos actúen como meros espectadores o, a lo sumo, como técnicos, por lo que no pueden desarrollar sus capacidades de pensamiento (Tenreiro-Vieira & Marqués, 2006).

Por tanto, la actitud del profesor tiene una gran importancia para lograr el aprendizaje de los alumnos. Así, para poder realizar una práctica de laboratorio con enfoque CTS, el profesor debe promover la comunicación en el aula, tanto profesor-alumno, como alumno-profesor y alumno-alumno, así como implicarles en las actividades y permitirles realizarlas de forma autónoma, potenciando sus iniciativas (Acevedo, s.f.). Existen diversas estrategias que el profesor puede poner en práctica para desarrollar una enseñanza CTS, como el trabajo en grupos pequeños, el aprendizaje cooperativo, resolución de problemas, simulaciones, discusiones centradas en los alumnos, debates, tomas de decisiones, etc. (Membela, 1995) Como se puede observar, son estrategias muy variadas aunque no exclusivas del enfoque CTS (Aikenhead, 1988; Solomon, 1989, citados por Membela, 1995, pp. 98).



Ilustración 1: Estrategias para aplicar el enfoque CTS en el aula.

A veces estas estrategias suelen ser muy exigentes para el profesor, que debe cambiar su rol en la clase, esforzándose más en la gestión del clima, en la organización del aula y en la distribución del tiempo y recursos disponibles (Acevedo, s.f.).

## 4 MATERIALES Y MÉTODO

Una vez analizado el marco teórico referente al problema planteado sobre las prácticas de laboratorio en Biología y Geología, se ha realizado un estudio exploratorio con alumnos de secundaria con el propósito de conocer la percepción que tienen los alumnos sobre la ciencia y, en particular, sobre las prácticas de laboratorio que realizan en su centro de estudios.

### 4.1 CARACTERÍSTICAS DE LOS CENTROS Y TAMAÑO DE LA MUESTRA

Los alumnos que han formado parte del estudio pertenecen a dos centros de educación diferentes: “I.E.S. Ramón Giraldo” y “Comunidad Monjas Agustinas”.

El primero se trata de un centro público que se encuentra situado en la calle Feria, s/n, de Villanueva de los Infantes (Ciudad Real), que actualmente tiene unos 6 mil habitantes. Su actividad económica se centra principalmente en el sector agrícola y de servicios, con un nivel socio-económico medio-bajo y con la mayoría de la población sin estudios superiores.

El segundo es un centro privado que se encuentra situado en el Paseo Luis Palacios, s/n, de Valdepeñas (Ciudad Real), con una población aproximada de 30 mil habitantes. Su actividad económica se centra principalmente en el sector agrícola y de servicios, seguidos por el sector industrial. El nivel socio-económico del alumnado es medio.

La muestra utilizada para realizar este estudio corresponde a los alumnos de secundaria de ambos centros. En total han sido encuestados 372 alumnos: 115 de primer curso, 103 de segundo, 106 de tercero y 48 de cuarto, con la asignatura de Biología y Geología. No ha sido posible realizar la encuesta a los alumnos de cuarto curso que no cursan dicha asignatura debido a que no ha sido aceptado por los centros consultados. La razón ofrecida fue que el resto de grupos no realiza prácticas en el laboratorio. El porcentaje de alumnos ha sido del 44%, mientras que el de alumnas ha sido del 56%. En la Tabla 2 se recoge los datos sobre la muestra utilizada.

**Tabla 2: Tamaño y descripción de la muestra**

COLEGIO	CURSO	TOTAL ALUMNOS	CHICOS	CHICAS
Ramón Giraldo	1º	51	34	17
	2º	49	21	28
	3º	48	27	21
	4º Con Biología y Geología	23	9	14
Comunidad Monjas Agustinas	1º	64	24	40
	2º	54	18	36
	3º	58	21	37
	4º Con Biología y Geología	25	8	17

## 4.2 INSTRUMENTO DE RECOGIDA DE DATOS

Se ha elegido como instrumento de recogida de datos un cuestionario con 18 preguntas de respuesta cerrada usando la escala de medición de Likert (ver anexo I), en la que el sujeto expresa su grado de acuerdo o desacuerdo con la afirmación dada. El rango de valores utilizado es de 1 (totalmente en desacuerdo), 2 (desacuerdo), 3 (acuerdo) y 4 (muy de acuerdo).

Para elaborar el cuestionario se ha utilizado una tabla de contenidos, recogida en la Tabla 3, donde se expresan las dimensiones y subdimensiones que se han considerado relacionadas con la percepción que tiene el alumnado de las prácticas de laboratorio.

**Tabla 3: Tabla de contenidos**

DIMENSIÓN	SUBDIMENSIÓN	ÍTEMES
<b>Actitud del alumno hacia las ciencias</b>	Ante las ciencias en general	p1, p2, p3
	Ante las prácticas de laboratorio	p4, p5, p6, p13
<b>Enfoque constructivista</b>		p7, p9, p10, p11
<b>Metodología tradicional</b>		p8, p12

DIMENSIÓN	SUBDIMENSIÓN	ÍTEMES
Percepción del alumno de problemas asociados a las prácticas del laboratorio		p14, p15, p16
Evaluación		p17, p18

Siguiendo las recomendaciones de Elejabarrieta & Iñiguez (1984) para la elaboración de un cuestionario usando las escalas de actitud tipo Likert, se han elaborado ítems con actitud favorable y desfavorable:

- Ítems con actitud favorable: p2, p4, p7, p9, p10, p11, p13, p17 y p18.
- Ítems con actitud desfavorable: p1, p3, p5, p6, p8, p12, p14, p15 y p16.

Por lo tanto, a la hora de realizar el análisis de los datos, se han recalificado los ítems con actitud desfavorable, modificando sus puntuaciones según la siguiente fórmula:

$$P_i = (P_m + 1) - P_o$$

Siendo:

$P_i$ : puntuación transformada del ítem con valoración desfavorable que será la que se utilizará para calcular la puntuación total del cuestionario.

$P_m$ : puntuación máxima que se le puede asignar al ítem.

$P_o$ : puntuación original del ítem con valoración desfavorable.

De esta forma, las puntuaciones del ítem con valoración negativa cambiarían de la siguiente manera: 1 cambia a 4, 2 cambia a 3, 3 cambia a 2 y 4 cambia a 1. Así, la matriz resultante contiene todos los resultados codificados con la misma tendencia, siendo:

- 1: actitud muy negativa.
- 2: actitud negativa.
- 3: actitud positiva.
- 4: actitud muy positiva.

A partir de cada ítem se obtiene una serie de variables, en las que distinguimos variables categóricas y cualitativas, que se recogen en el libro de códigos (Tabla 4).

Tabla 4: Libro de códigos

ÍTEM	VARIABLE	ETIQUETA VARIABLE	CÓDIGO	ETIQUETA VALORES
<b>C1</b>	C1Ident	Identificación	Asignar un valor numérico al sujeto (1, 2, 3, 4...)	-
<b>C2</b>	C2Edad	Edad	1	11
			2	12
			3	13
			4	14
			5	15
			6	16
			7	17
<b>C3</b>	C3Sexo	Sexo	0	Hombre
			1	Mujer
<b>C4</b>	C4Curso	Curso	1	1º
			2	2º
			3	3º
			4	4º con B&G
			5	4º sin B&G
<b>C5</b>	C5Colegio	Tipo colegio	0	Público
			1	Privado
<b>C6</b>	C6P1	Pregunta 1	1	Muy negativo
			2	Negativo
			3	Positivo
			4	Muy positivo
<b>C7</b>	C7P2	Pregunta 2	1	Muy negativo
			2	Negativo
			3	Positivo
			4	Muy positivo
<b>C8</b>	C8P3	Pregunta 3	1	Muy negativo
			2	Negativo
			3	Positivo
			4	Muy positivo
<b>C9</b>	C9P4	Pregunta 4	1	Muy negativo
			2	Negativo
			3	Positivo
			4	Muy positivo
<b>C10</b>	C10P5	Pregunta 5	1	Muy negativo
			2	Negativo
			3	Positivo
			4	Muy positivo

ÍTEM	VARIABLE	ETIQUETA VARIABLE	CÓDIGO	ETIQUETA VALORES
C11	C11P6	Pregunta 6	1	Muy negativo
			2	Negativo
			3	Positivo
			4	Muy positivo
C12	C12P7	Pregunta 7	1	Muy negativo
			2	Negativo
			3	Positivo
			4	Muy positivo
C13	C13P8	Pregunta 8	1	Muy negativo
			2	Negativo
			3	Positivo
			4	Muy positivo
C14	C14P9	Pregunta 9	1	Muy negativo
			2	Negativo
			3	Positivo
			4	Muy positivo
C15	C15P10	Pregunta 10	1	Muy negativo
			2	Negativo
			3	Positivo
			4	Muy positivo
C16	C16P11	Pregunta 11	1	Muy negativo
			2	Negativo
			3	Positivo
			4	Muy positivo
C17	C17P12	Pregunta 12	1	Muy negativo
			2	Negativo
			3	Positivo
			4	Muy positivo
C18	C18P13	Pregunta 13	1	Muy negativo
			2	Negativo
			3	Positivo
			4	Muy positivo
C19	C19P14	Pregunta 14	1	Muy negativo
			2	Negativo
			3	Positivo
			4	Muy positivo
C20	C20P15	Pregunta 15	1	Muy negativo
			2	Negativo
			3	Positivo
			4	Muy positivo

ÍTEM	VARIABLE	ETIQUETA VARIABLE	CÓDIGO	ETIQUETA VALORES
<b>C21</b>	C21P16	Pregunta 16	1	Muy negativo
			2	Negativo
			3	Positivo
			4	Muy positivo
<b>C22</b>	C22P17	Pregunta 17	1	Muy negativo
			2	Negativo
			3	Positivo
			4	Muy positivo
<b>C23</b>	C23P18	Pregunta 18	1	Muy negativo
			2	Negativo
			3	Positivo
			4	Muy positivo

### 4.3 TRATAMIENTO ESTADÍSTICO DE LOS DATOS

Una vez recogidos los datos y recalificada la matriz inicial se ha realizado un estudio estadístico descriptivo de los datos utilizando el programa EZAnalyze versión 3.0, software gratuito para la aplicación Microsoft Excel para facilitar el análisis estadístico de datos y la construcción de gráficos, especialmente desarrollado para ayudar a educadores y estudiantes (Poynton, 2007).

Se han calculado las medidas de tendencia central (mediana, media y moda) y las medidas de dispersión (desviación típica) de cada ítem y de las dimensiones y subdimensiones. De esta forma se obtienen los valores más representativos del conjunto de los datos obtenidos y su grado de dispersión dentro de su distribución.

También se ha realizado el cálculo de la distribución de frecuencias de cada variable, calculando el porcentaje de cada una de ellas.

## 5 RESULTADOS Y ANÁLISIS

En el presente apartado se procederá a realizar un análisis exploratorio de los datos obtenidos a través del cuestionario. El porcentaje de frecuencia de cada rango y el acumulado para los valores positivos 3 y 4 y para los negativos 1 y 2 se encuentran recogidos en la Tabla 5.

**Tabla 5: Distribución de la frecuencia**

	N=372 alumnos	1-2	% ac.	3-4	% ac.
1	Considero que el conocimiento científico es muy útil para investigar y para inventar cosas nuevas pero apenas sirve para nada en la vida cotidiana.	19,1 44,9	64,0	29,8 6,2	36,0
2	En la clase de ciencias me he dado cuenta de la importancia de las ciencias para nuestra manera de vivir.	3,0 16,4	19,4	53,2 27,4	80,6
3	Considero que aprender ciencias consiste en repetir de la mejor forma posible lo que explica el profesor en clase	13,4 37,1	50,5	41,4 8,1	49,5
4	Las prácticas de laboratorio me ha despertado las ganas de emprender, en el futuro, estudios relacionados con la ciencia, la tecnología y la sociedad y la investigación	8,1 39,0	47,1	31,7 21,2	52,9
5	Considero que la mejor forma de hacer prácticas de laboratorio o, que conozco, es seguir el guión del profesor como si fuera una "receta de cocina"	39,8 36,3	76,1	16,4 7,5	23,9
6	Considero las prácticas de laboratorio como una pérdida de tiempo	2,2 4,3	6,5	20,7 72,8	93,5
7	Las prácticas de laboratorio que hacemos en las clases de ciencia me hacen reflexionar, pensar y trabajar de forma autónoma	3,0 18,3	21,3	57,5 21,2	78,7
8	Las actividades que hacemos en las prácticas del laboratorio son: observar alguna experimentación que hace el profesor o seguir el guión cerrado al pie de la letra	12,4 37,9	50,3	31,2 18,5	49,7
9	Considero que sería capaz de aplicar lo aprendido durante una práctica de laboratorio a nuevas situaciones.	1,1 23,6	24,7	57,0 18,3	75,3
10	El profesor nos plantea prácticas como si fueran pequeñas investigaciones donde tenemos que formular preguntas e hipótesis	4,0 11,8	15,8	46,0 38,2	84,2
11	Considero que los contenidos procedimentales que aprendemos en el laboratorio complementan los contenidos impartidos en el aula y me aclara dudas que pueda tener	1,9 14,8	16,7	42,4 40,9	83,3
12	La práctica habitual en el laboratorio es seguir un guión de prácticas cerrado donde se indica el procedimiento que debemos realizar en cada paso	15,6 37,9	53,5	39,5 7,0	46,5
13	Me gustaría realizar más prácticas en el laboratorio.	0,0 5,9	5,9	15,6 78,5	94,1

	N=372 alumnos	1-2	% ac.	3-4	% ac.
14	Considero que el principal problema en relación a las prácticas de laboratorio son: la falta de recursos, de tiempo y el nº de alumnos	25,5 26,1	51,6	31,7 16,7	48,4
15	Considero que el principal problema en relación a las prácticas de laboratorio es: la metodología del profesor y/o su formación y/o su desinterés	7,8 19,4	27,2	27,4 45,4	72,8
16	Considero que el principal problema en relación a las prácticas de laboratorio es: las prácticas que hacemos están obsoletas	7,5 19,9	27,4	36,0 36,6	72,6
17	En los exámenes hay preguntas relacionadas con las prácticas que he realizado.	35,7 17,5	53,2	34,7 12,1	46,8
18	El profesor ha evaluado mi grado de participación y mi trabajo y lo ha tenido en cuenta en mis calificaciones	9,7 10,5	20,2	32,0 47,8	79,8

De la Tabla 5 cabe destacar lo siguiente:

- Los alumnos manifiestan algunas actitudes inadecuadas hacia el aprendizaje de la ciencia que han sido reportadas por Pozo y Gómez (2009) de hecho: más de la mitad de la muestra afirman que desconocen la *aplicabilidad para la vida cotidiana de lo que estudian en clase de ciencia* siendo indicativo de la escasa relación entre Ciencia-tecnología-sociedad con la que son abordados los contenidos de índole científico en el aula. A pesar de eso, el 80,6% admite la influencia que tiene la ciencia en la manera de vivir actual de la humanidad, aunque para ellos no sirva para nada en su día a día. Por otro lado, la mitad de la muestra considera que *aprender ciencias consiste en repetir de la mejor manera posible lo que dice el profesor*, aseveración directamente relacionada con el uso de metodología e instrumentos de evaluación tradicionales donde de premia que el alumnos reproduzca lo que dice el profesor.
- La inmensa mayoría (93,5%) tiene una actitud positiva hacia las prácticas de laboratorio y les gustaría aumentar su frecuencia (94,1%), aunque no les motiva lo suficiente como para seguir en un futuro estudios relacionados con las ciencias, bajando el porcentaje hacia aproximadamente la mitad.
- La mayoría de la muestra (porcentajes mayores al 75%) considera que las prácticas de laboratorio le hacen reflexionar y pensar, ayudándole a trabajar de forma autónoma, y como complemento de los contenidos impartidos en el aula, y que ha fomentado su creatividad. Sin embargo, la mitad considera

que lo que hacen es seguir un *receta de cocina* paso a paso u observar al profesor mientras hace un experimento.

- Un 84,2% considera que las prácticas que realiza en el laboratorio se plantean en forma de pequeñas investigaciones, aunque el 76,1% reconoce que la mejor forma que conoce de realizarlas es siguiendo el guión del profesor. Por tanto, se observan datos contradictorios que requerirían de exámenes más profundos.
- El 51,6% considera la falta de tiempo y recursos y el número de alumnos como un problema a la hora de realizar prácticas en el laboratorio. Sin embargo no consideran que las prácticas estén obsoletas (72,6%) ni que la metodología utilizada o la formación o interés del profesor sean un problema en relación a ellas.
- Casi el 80% considera que el profesor evalúa su participación y trabajo en las prácticas de laboratorio y que lo tiene en cuenta en las calificaciones, aunque algo más de la mitad (53%) no identifica en los exámenes preguntas relacionadas con las prácticas realizadas.

En la Tabla 6 se han recogido los estadísticos descriptivos que incluyen media, mediana, moda y desviación típica.

**Tabla 6: Medidas de tendencia central**

	N=320 alumnos	Media	Mediana	Moda	Desv. Típica
1	Considero que el conocimiento científico es muy útil para investigar y para inventar cosas nuevas pero apenas sirve para nada en la vida cotidiana.	2,231	2,000	2,000	0,828
2	En la clase de ciencias me he dado cuenta de la importancia de las ciencias para nuestra manera de vivir.	3,051	3,000	3,000	0,745
3	Considero que aprender ciencias consiste en repetir de la mejor forma posible lo que explica el profesor en clase	2,441	2,000	3,000	0,824
4	Las prácticas de laboratorio me ha despertado las ganas de emprender , en el futuro, estudios relacionados con la ciencia, la tecnología y la sociedad y la investigación	2,661	3,000	2,000	0,901
5	Considero que la mejor forma de hacer prácticas de laboratorio o, que conozco, es seguir el guión del profesor como si fuera una "receta de cocina"	1,917	2,000	<b>1,000</b>	0,926
6	Considero las prácticas de laboratorio como una pérdida de tiempo	3,642	4,000	<b>4,000</b>	0,668

	N=320 alumnos	Media	Mediana	Moda	Desv. Típica
7	Las prácticas de laboratorio que hacemos en las clases de ciencia me hacen reflexionar, pensar y trabajar de forma autónoma	2,970	3,000	3,000	0,717
8	Las actividades que hacemos en las prácticas del laboratorio son: observar alguna experimentación que hace el profesor o seguir el guión cerrado al pie de la letra	2,559	2,000	2,000	0,931
9	Considero que sería capaz de aplicar lo aprendido durante una práctica de laboratorio a nuevas situaciones.	2,925	3,000	3,000	0,677
10	El profesor nos plantea prácticas como si fueran pequeñas investigaciones donde tenemos que formular preguntas e hipótesis	3,183	3,000	3,000	0,793
11	Considero que los contenidos procedimentales que aprendemos en el laboratorio complementan los contenidos impartidos en el aula y me aclara dudas que pueda tener	3,223	3,000	3,000	0,764
12	La práctica habitual en el laboratorio es seguir un guión de prácticas cerrado donde se indica el procedimiento que debemos realizar en cada paso	2,379	2,000	3,000	0,830
13	Me gustaría realizar más prácticas en el laboratorio.	3,726	4,000	4,000	<b>0,564</b>
14	Considero que el principal problema en relación a las prácticas de laboratorio son: la falta de recursos, de tiempo y el nº de alumnos	2,395	2,000	3,000	1,042
15	Considero que el principal problema en relación a las prácticas de laboratorio es: la metodología del profesor y/o su formación y/o su desinterés	3,105	3,000	4,000	0,975
16	Considero que el principal problema en relación a las prácticas de laboratorio es: las prácticas que hacemos están obsoletas	3,016	3,000	4,000	0,931
17	En los exámenes hay preguntas relacionadas con las prácticas que he realizado.	2,231	2,000	<b>1,000</b>	1,067
18	El profesor ha evaluado mi grado de participación y mi trabajo y lo ha tenido en cuenta en mis calificaciones	3,180	3,000	4,000	0,970

Los estadísticos más destacables son:

- Con moda 1, es decir, el valor más repetido por la muestra y que implica resultados negativos se han detectado dos ítems: ítem 5 que afirma que las *prácticas de laboratorio se llevan a cabo siguiendo un guión cerrado*, situación típica de un enfoque tradicional, y que implica que no se lleva a cabo bajo un enfoque constructivista, tal como afirman las recomendaciones de los expertos en Didáctica de las ciencias lo que mejoraría el desarrollo de su pensamiento crítico. A pesar de que el valor que más se ha repetido ha sido el menor, la desviación estándar es alta, cercana a 1 lo que implica que la

muestra, aún obteniendo de media valores negativos (cercano a -2), se ha comportado de forma heterogénea.

- En el ítem 17, la mayoría afirma que en *los exámenes no se incluyen cuestiones relativas a las prácticas de laboratorio realizadas*, situación que en caso contrario, mejoraría, la atención y reflexión de los alumnos hacia estas actividades, y no tanto hacia el resultado final sino al proceso, es otra aseveración en la que el valor más repetido ha sido 1. De nuevo, la desviación standart (algo mayor a 1) refleja que aunque de nuevo la media está en torno a los valores negativos ha habido disparidad de opiniones en la muestra.
- El ítem en el cual la muestra se ha comportado más homogénea (desv. Standart  $\approx 0.5$ ), es aquella en la que el alumnado reclama realizar mayor número de prácticas de laboratorio, con una moda y mediana de 4 y media cercana al valor más positivo.

A continuación se han agrupado los ítems según las dimensiones y subdimensiones referidas en la Tabla 3 (ver apartado 4.2). Se han utilizado gráficas para ilustrar los resultados obtenidos. En ellas se muestra el promedio de las puntuaciones obtenidas para cada dimensión y subdimensión, globalmente, por tipo de colegio y por cursos.

Los resultados globales según dimensiones son los que se muestran en la Ilustración 2.

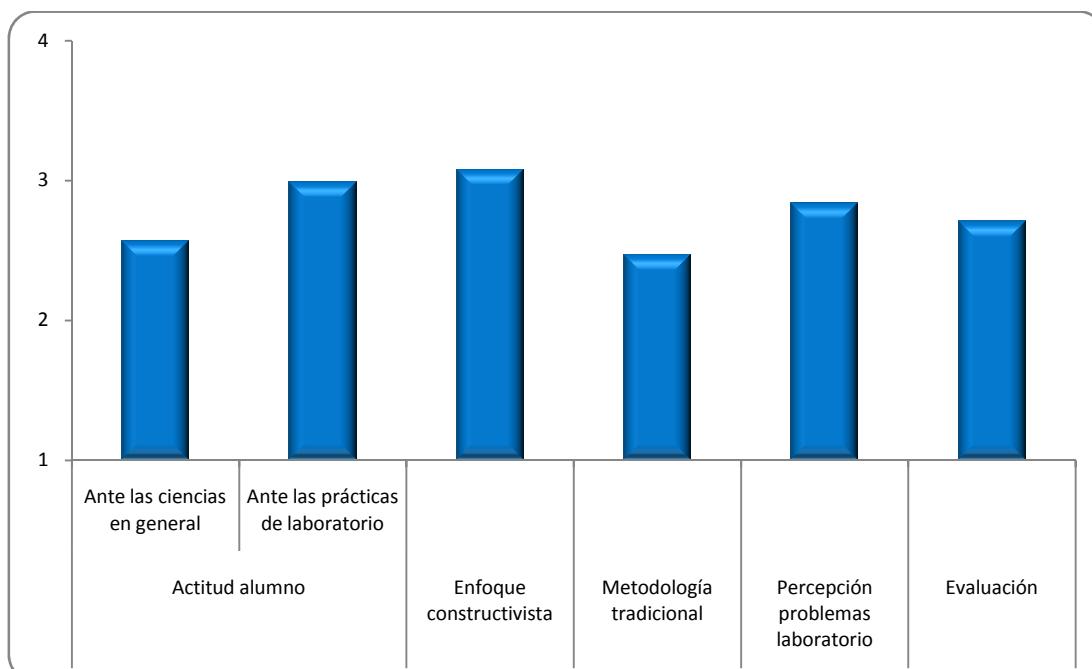


Ilustración 2: Resultados globales del cuestionario

Los aspectos menos favorables hacen referencia a la actitud que muestra el alumno hacia las ciencias en general y a la confirmación del uso de la metodología tradicional en las prácticas de laboratorio.

En cambio, y contradictorios son los resultados que afirman valores cercanos a 3 en la utilización del enfoque constructivista en las mismas, es decir, manifiestan que realizan prácticas como pequeñas investigaciones, con actividades reflexivas y creativas, aunque anteriormente la muestra ha afirmado en su mayoría el uso de un enfoque tradicional. Por ello, esta cuestión debería ser estudiada más a fondo.

Los alumnos no considera ampliamente que el interés o la metodología del profesor sea un problema en las prácticas de laboratorio, ni tampoco que estén obsoletas. Ellos apuntan hacia otras cuestiones de tipo administrativo, por eso la media de esta dimensión obtiene valores cercanos a los positivos.

En cuanto a la evaluación, los alumnos valoran positivamente tener en cuenta su actitud y trabajo durante la realización de las prácticas en su calificación, aunque no estimen que existan preguntas relativas a las mismas en los exámenes.

A continuación, se ha realizado un comparativo de las diferentes dimensiones por tipo de centro (Ilustración 3), por sexo (Ilustración 4) y por cursos (Ilustración 5).

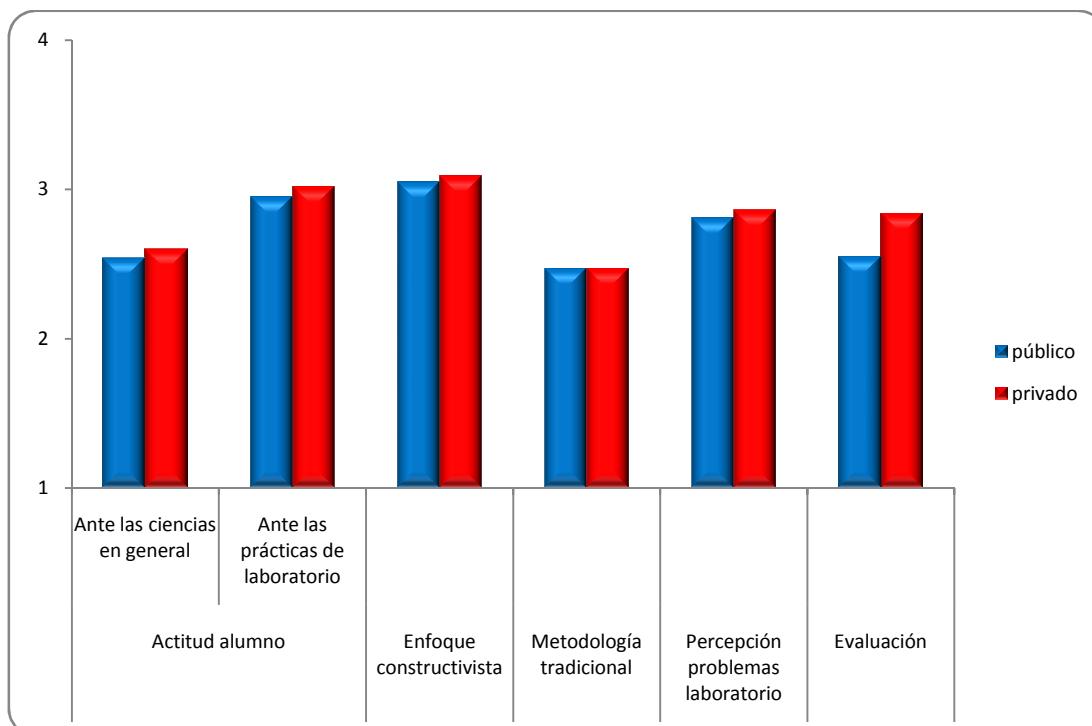
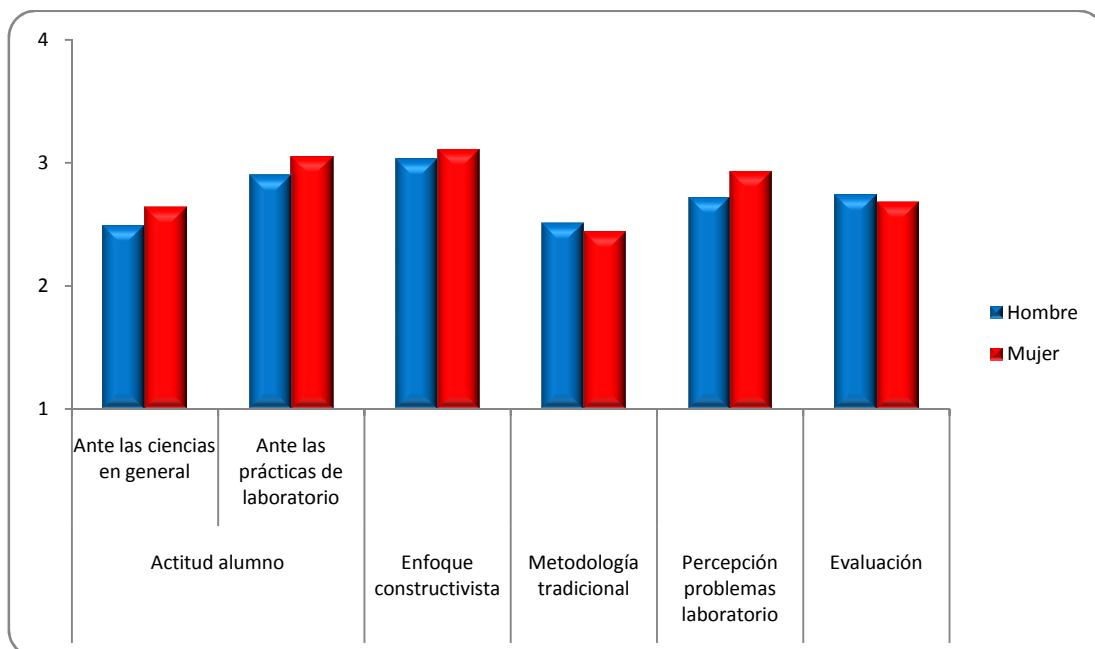


Ilustración 3: Resultados globales del cuestionario por tipo de centro

Como se puede observar en la Ilustración 3, no existe una gran diferencia entre los alumnos del centro público y del centro privado, teniendo una actitud ligeramente más positiva en el privado. Sin embargo, en uno de los aspectos más deficientes, como es el uso de la metodología tradicional, el comportamiento de ambos tipos de centro es igual. Es decir, en ambos centros se usa este tipo de metodología.

Con respecto al género (Ilustración 4), los alumnos presentan peores actitudes hacia la ciencia en general y hacia su aprendizaje. En el resto de cuestiones, ellos perciben un enfoque menos constructivista y más tradicional, justo al revés que ellas.



**Ilustración 4: Resultados globales del cuestionario por sexo**

En cuanto al análisis de los datos obtenidos por cursos, Ilustración 5 existe una ligera tendencia a aumentar la opinión positiva del alumno respecto de las ciencias en general conforme va creciendo, sin embargo, cuando se les pregunta acerca de las prácticas de laboratorio, la tendencia es justo la contraria, dato que está en consonancia con los estudios reportados por los autores quienes afirman que a medida que el alumno crece va transformando su curiosidad natural hacia las ciencia por desinterés y aburrimiento (Murphy & Beggs ,2003, citados por Vázquez & Manassero, 2008, p.275).

Con respecto al uso de un enfoque constructivista en el laboratorio, se observa que son los de 1º y 3º los que están mas de acuerdo que es el enfoque que se utiliza lo que de nuevo contradice los datos de la siguiente dimensión, ya que son los de 1º los que también afirman a través de su opinión que en el laboratorio se sigue una

metodología tradicional. Respecto a los problemas relacionados con las prácticas en ningún curso hay una clara aportación de respuestas negativas, con lo cual podemos considerar que no es un aspecto que claramente les preocupe. Por último, respecto a la evaluación, parece ser que son los alumnos de 1º los que creen que se valora en los exámenes su actitud en el laboratorio.

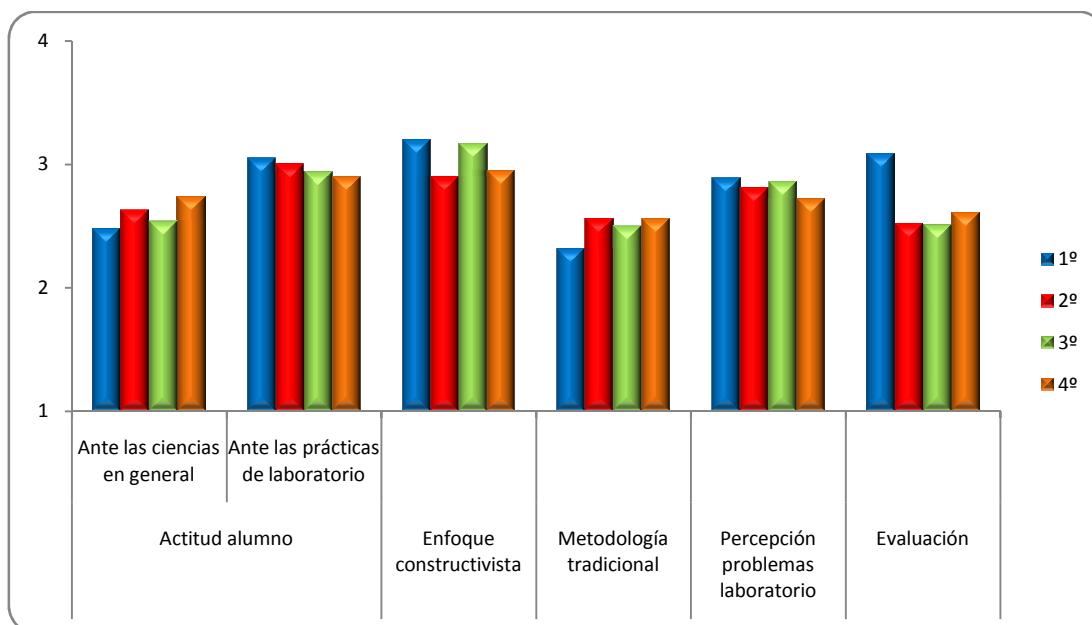


Ilustración 5: Resultados globales del cuestionario por cursos

Tras el análisis de los datos y ante la actitud muy positiva que tienen los alumnos hacia las prácticas de laboratorio, pero que no lo es tanto hacia las ciencias en general, se plantea una propuesta didáctica de una práctica de laboratorio que se base en una metodología acorde con las tendencias constructivistas pero que también tenga un enfoque CTS, que permita al alumnado valorar más positivamente la ciencia.

## 6 PROPUESTA DIDÁCTICA

La práctica que se propone a continuación se ha diseñado para el alumnado de 1º de la ESO, ya que es en este momento cuando se empieza a perder el interés hacia la experimentación y la curiosidad natural que poseen los niños (Murphy & Beggs, 2003, citados por Vázquez & Manassero, 2008, p.275).

Dentro de los contenidos establecidos para el primer curso de Secundaria por el Real Decreto 1631/2006 en su anexo II, la práctica de laboratorio propuesta se incluiría dentro del bloque 4 “Los seres vivos y su diversidad” junto con el bloque 1 de contenidos comunes.

En la Tabla 7 se muestran los contenidos que se van a desarrollar en las diferentes sesiones de la práctica de laboratorio propuesta, así como las competencias básicas que se pretenden alcanzar y los criterios de evaluación que se utilizarán para comprobar su adquisición. Todos ellos han sido seleccionados del Anexo II del Real Decreto 1631/2006, siendo completados en caso de ser necesario por los establecidos en el Anexo II del Decreto 69/2007 referente al currículo de la ESO en la Comunidad Autónoma de Castilla-La Mancha.

**Tabla 7: Contenidos, criterios de evaluación y competencias básicas que se abordan en la propuesta práctica**

<b>1º de ESO de Ciencias de la Naturaleza</b> <b>(Real Decreto 1631/2006 y Decreto 69/2007)</b>	
<b>Contenidos</b>	
<b>Contenidos</b>	Familiarización y uso de las características básicas del trabajo científico, por medio de: planteamiento de problemas, discusión de su interés, formulación de conjeturas, experimentación, etc., para comprender mejor los fenómenos naturales y resolver los problemas que su estudio plantea. Prácticas de proyectos de investigación en equipo.
	Utilización de los medios de comunicación y las tecnologías de la información para seleccionar información sobre el medio natural.
	Interpretación de datos e informaciones sobre la naturaleza y utilización de dicha información para conocerla.
	Reconocimiento del papel del conocimiento científico en el desarrollo tecnológico y en la vida de las personas.
	Utilización cuidadosa de los materiales e instrumentos básicos de un laboratorio y respeto por las normas de seguridad en el mismo.
<b>Bloque 1</b>	

<b>1º de ESO de Ciencias de la Naturaleza</b> <b>(Real Decreto 1631/2006 y Decreto 69/2007)</b>	
<b>Contenidos</b>	El descubrimiento de la célula. Introducción al estudio de la biodiversidad. La clasificación de los seres vivos: los cinco reinos (moneras, protoctistas, hongos, plantas, animales). Utilización de claves sencillas de identificación de seres vivos. Utilización de la lupa y el microscopio óptico para la observación y descripción de organismos unicelulares, plantas y animales.
<b>Criterios de evaluación</b>	Reconocer que los seres vivos están constituidos por células y que llevan a cabo funciones vitales que les diferencian de la materia inerte. Identificar y reconocer las peculiaridades de los grupos más importantes, utilizando claves dicotómicas para su identificación. Utilizar los procedimientos de las ciencias para estudiar y buscar alternativas a cuestiones científicas y tecnológicas y a la resolución de problemas locales y globales. Utilizar las TIC como fuente de consulta y como instrumento de representación y de presentación de documentos. Identificar los comportamientos favorables y desfavorables para la salud y el medio ambiente. Valorar las aportaciones de las Ciencias naturales a la construcción del conocimiento científico y su incidencia sobre la mejora de la calidad de vida.
<b>Competencias básicas</b>	Competencia de comunicación lingüística. Competencia en el conocimiento y la interacción con el mundo físico. Tratamiento de la información y competencia digital. Competencia social y ciudadana. Competencia para aprender a aprender. Autonomía e iniciativa personal. Competencia emocional.

Bloque 4

En la práctica de laboratorio propuesta los alumnos deben realizar una pequeña investigación, apoyados por el profesor, acerca de los seres vivos existentes en el agua que no pueden ver a simple vista y que pueden actuar como indicadores de la calidad de la misma. Para que comprendan cómo se descubrieron estos organismos, se ha introducido esta práctica con un estudio sobre el microscopio y sus aportaciones a la sociedad.

La práctica se ha distribuido en diferentes sesiones, necesarias para introducir el problema, realizar la preparación de la práctica, su desarrollo y la obtención de conclusiones. Se recomienda realizarla en primavera, cuando las condiciones ambientales de las charcas son más favorables para la vida microscópica, de forma que exista mayor cantidad y que puedan observar una mayor biodiversidad.

A continuación se describen cada una de las sesiones a realizar.

## Sesión 1 y 2: Ideas previas, introducción a la historia del microscopio y diseño de la experimentación

### Objetivos:

➤ Conceptuales:

- Identificar el fundamento del microscopio, así como su utilización y aplicación.
- Reconocer los microorganismos como seres vivos.

➤ Procedimentales:

- Rellenar un cuestionario para la detección de ideas previas.
- Buscar, seleccionar y recopilar información acerca del microscopio, de los microorganismos de agua dulce y de la realización de preparaciones sencillas para su visualización.
- Diseñar un experimento para determinar la calidad de las aguas en función de los microorganismos presentes.

➤ Actitudinales:

- Fomentar el uso de la metodología científica.
- Desarrollar la capacidad de trabajo en equipo.
- Valorar los descubrimientos de la ciencia y su influencia en la vida de las personas.

**Competencias básicas:** Competencia en el conocimiento y la interacción con el mundo físico, tratamiento de la información y competencia digital, competencia para aprender a aprender, autonomía e iniciativa personal, competencia de comunicación lingüística y competencia emocional.

**Enfoque metodológico:** Aprendizaje cooperativo.

**Recursos didácticos:** cuestionario de ideas previas (Anexo III), ordenador con conexión a internet, cuaderno, cartulinas, rotuladores y bolígrafo.

**Temporalización:** 2 sesiones.

**Agrupamiento:** Grupos de 5 alumnos.

**Desarrollo de la actividad:** Al inicio de la actividad se les distribuirá a los estudiantes un cuestionario para detectar las ideas previas que tienen, que se recogerá y guardará hasta el final de la actividad.

Después se les pedirá que investiguen acerca del microscopio y lo que supuso para la vida de las personas. Para ello se dividirá la clase en grupos, cada uno de los cuales utilizará la red para buscar información sobre un aspecto diferente del microscopio: qué es y para qué sirve, quién fue su inventor, para qué se utiliza, qué descubrimientos permitió, etc. Cada grupo realizará un documento (cartulina) donde desarrolle aquel aspecto que haya investigado y una pequeña presentación de la misma al resto de los alumnos. Al final se elaborará un mural con todas las cartulinas y se pondrán en la pared del aula.

Con esta actividad los alumnos podrán acercarse a una parte de la historia de la ciencia y comprobar la influencia que tuvo en el aumento de nuestra calidad de vida a través del descubrimiento de la célula, además de poder desarrollar su capacidad de trabajo en equipo.

A continuación se les planteará a los alumnos la siguiente situación hipotética: una niña del pueblo tiene síntomas de haber bebido agua no saludable, pero no recuerda de donde bebió. Ellos son unos científicos de la rama de biología que han sido consultados por el alcalde del pueblo para que les indique cual de las fuentes disponibles de agua existentes es la más probable que haya sido la causante de la contaminación con el fin de avisar a los vecinos de que no la utilicen. Para ello deben estudiar las poblaciones de microorganismos que viven en ellas y determinar cuál o cuáles han podido ser las causantes.

Se divide a los alumnos en grupos de investigación. Se les pide que identifiquen las fuentes de agua cercanas a su casa, ya sea agua del río o de un pequeño charco en medio del campo, con el fin de obtener muestras de cada una de ellas. Posteriormente se les solicita que emitan una hipótesis sobre las fuentes que consideren pueden ser las causantes de la contaminación y que diseñen un experimento para contrastarla. Para ello pueden utilizar internet para buscar información referente a microorganismos de agua dulce y cómo se preparan muestras para verlas a través de microscopio, apoyados en todo momento por el profesor.

Para ayudarles en su búsqueda se les proporciona un pequeño listado de páginas web (Tabla 8) donde pueden obtener información para poder desarrollar el experimento.

**Tabla 8: Listado de páginas web**

Páginas web para poder buscar información sobre microorganismos
<a href="http://champagnatsalamanca.maristascompostela.org/trabajo_06/index_archivos/biolgeo3_microorganismos_charca.pdf">http://champagnatsalamanca.maristascompostela.org/trabajo_06/index_archivos/biolgeo3_microorganismos_charca.pdf</a>
<a href="http://prueba2.aguapedia.org/master/ponencias/modulo6/diatomeast.pdf">http://prueba2.aguapedia.org/master/ponencias/modulo6/diatomeast.pdf</a>
<a href="http://ecologiasocialnqn.org.ar/index.php/ecologia-social/81-las-algas-microscopicas-y-su-efecto-sobre-el-ambiente">http://ecologiasocialnqn.org.ar/index.php/ecologia-social/81-las-algas-microscopicas-y-su-efecto-sobre-el-ambiente</a>
<a href="http://es.scribd.com/doc/49404772/protozoos">http://es.scribd.com/doc/49404772/protozoos</a>
<a href="http://gaia.udea.edu.co/Hidro/Zooplancton.pdf">http://gaia.udea.edu.co/Hidro/Zooplancton.pdf</a>
<a href="http://www.unicolmayor.edu.co/invest_nova/NOVA/ARTREVIS2_4.pdf">http://www.unicolmayor.edu.co/invest_nova/NOVA/ARTREVIS2_4.pdf</a>

### **Sesión 3: Identificación de seres vivos en las muestras de agua**

#### **Objetivos:**

- Conceptuales:
  - Reconocer las principales características de los microorganismos.
  - Distinguir entre animales unicelulares y pluricelulares, y entre autótrofos y heterótrofos.
- Procedimentales:
  - Utilizar adecuadamente el microscopio.
  - Realizar un pequeño resumen que recoja los organismos observados a través del microscopio y su identificación, ayudados de una hoja resumen diseñada para esta actividad (anexo IV).
  - Utilizar de claves dicotómicas sencillas para identificar microorganismos.

➤ Actitudinales:

- Respetar las normas del laboratorio.
- Desarrollar la capacidad para el trabajo en equipo.
- Fomentar el uso de la metodología científica.

**Competencias básicas:** Competencia en el conocimiento y la interacción con el mundo físico, competencia para aprender a aprender, autonomía e iniciativa personal y competencia emocional.

**Enfoque metodológico:** Aprendizaje cooperativo.

**Recursos didácticos:** Material de laboratorio (microscopio, portaobjeto, cubreobjetos, cuentagotas, recipientes para las muestras), claves sencillas para identificación de microorganismos, muestras preparadas de microorganismos fijadas, muestras de agua con abundancia de microorganismos, cuaderno, bolígrafo y rotulador.

**Temporalización:** 1 sesión.

**Agrupamiento:** Grupos de 2-3 alumnos.

**Desarrollo de la actividad:** En el laboratorio se observarán las diferentes muestras traídas por los alumnos de las fuentes de agua que hayan considerado oportunas. Cada grupo se repartirá el trabajo, rotulando las muestras, dibujando los diferentes microorganismos que observen a través del microscopio e identificándolos con las claves y dibujos facilitados. Para ello los alumnos tendrán que contestar a unas preguntas (anexo IV) con el fin de orientarles y que tengan recogidos los datos que necesitarán para realizar el informe.

Se tendrán preparadas diferentes muestras con microorganismos fijadas y sin fijar para facilitarles la visualización de los mismos en el caso de que las muestran que han traído no puedan observar ninguno.

#### Sesión 4: Elaboración y presentación del informe

**Objetivos:**

- Conceptuales: Reconocer los microorganismos que pueden ser beneficiosos o perjudiciales para la salud.

➤ Procedimentales:

- Elaborar documentos exponiendo los resultados obtenidos en la experimentación.
- Buscar, seleccionar y recopilar información acerca de los microorganismos perjudiciales y beneficiosos.

➤ Actitudinales:

- Desarrollar la capacidad para el trabajo en equipo, respetando las opiniones de los demás.
- Fomentar el uso de la metodología científica.
- Desarrollar la reflexión y el espíritu crítico.

**Competencias básicas:** Competencia de comunicación lingüística, competencia en el conocimiento y la interacción con el mundo físico, tratamiento de la información y competencia digital, competencia social y ciudadana, competencia para aprender a aprender, autonomía e iniciativa personal y competencia emocional.

**Enfoque metodológico:** Aprendizaje cooperativo.

**Recursos didácticos:** cuaderno, bolígrafo, cartulinas, rotuladores.

**Temporalización:** 1 sesión.

**Agrupamiento:** Grupos de 5 alumnos.

**Desarrollo de la actividad:** Cada grupo analizará los datos obtenidos en el laboratorio, estudiando si los microorganismos encontrados pueden provocar enfermedades. Para ello se distribuirán diferentes roles: portavoz, buscadores de información en la red, seleccionadores de información y planificadores de la intervención.

Cada grupo deberá elaborar un documento (cartulina) con los resultados obtenidos y que será presentado en común, argumentándolos.

Para finalizar, se repartirá el cuestionario realizado al inicio de la actividad a cada alumno para que lo revisen y puedan comprobar los errores que hubiesen cometido.

## Evaluación

Se valorará:

- El trabajo en equipo.
- La participación activa dentro del grupo de trabajo.
- El interés mostrado durante las diferentes sesiones.
- El cuidado y respeto por el material de laboratorio.
- El cumplimiento de las normas de seguridad del laboratorio.

Para ello, el profesor dispondrá de un estadillo donde irá registrando la actitud y comportamiento de cada uno de los alumnos. Además se les solicitará que realicen una pequeña memoria acerca de lo realizado en las diferentes sesiones de esta práctica.

Por otro lado, se incluirá una cuestión sobre los contenidos tratados en la prueba objetiva de la materia, según los resultados obtenidos y el trabajo realizado.

## 7 CONCLUSIONES

Después de la revisión bibliográfica realizada en el presente Trabajo fin de Máster se ha llegado a las siguientes conclusiones:

- El sistema educativo español, y en particular el castellano manchego, aluden a las prácticas de laboratorio, aunque no de forma explícita. Además, plantea pocos criterios de evaluación para las sesiones en el laboratorio.
- La inclusión del enfoque CTS en la enseñanza favorece la alfabetización científica del alumnado y el desarrollo de su pensamiento crítico. Este enfoque les permite dar sentido a los contenidos que están estudiando y a apreciar su utilidad, mejorando su actitud ante la ciencia.
- La utilización de un modelo constructivista en las prácticas de laboratorio favorece el aprendizaje del alumnado y el desarrollo de su pensamiento crítico.
- Los principales problemas que presenta la inclusión de innovaciones en el desarrollo de las prácticas de laboratorio son la falta de tiempo y recursos, la formación de profesorado y su motivación para incluirlas.

Tras el estudio exploratorio sobre la opinión hacia las ciencias y su aprendizaje y las prácticas de laboratorio en la muestra estudiada, se considera que:

- Se confirma que los alumnos muestran ciertas actitudes inadecuadas hacia el aprendizaje de las ciencias.
- Los alumnos valoran muy positivamente las prácticas de laboratorio y reclaman un aumento de su frecuencia.
- Los alumnos piensan que realizan pequeñas investigaciones en el laboratorio. Sin embargo, consideran que la mejor forma de hacerlo es siguiendo un guión.
- Consideran que los problemas en las prácticas de laboratorio se centran más en su carácter administrativo que en el profesorado.
- No existen grandes diferencias entre el centro público o privado, siguiendo ambos metodologías tradicionales.
- Los alumnos presentan peor actitud hacia las ciencias y hacia su aprendizaje que las alumnas.

## 8 LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN FUTURA

Para investigaciones futuras, se considera interesante realizar este mismo estudio en diferentes contextos a los analizados en el presentes Trabajo fin de Máster para comprobar si las conclusiones encontradas pueden generalizarse o se trata de conclusiones aisladas.

Tras los datos obtenidos a partir del estudio exploratorio se recomienda hacer un examen más profundo en relación a la metodología que los alumnos consideran que se utiliza en las prácticas de laboratorio, ya que se obtienen datos contradictorios.

Otra línea de investigación para el futuro sería la de establecer una relación entre la realización de prácticas tradicionales y prácticas bajo enfoque CTS y metodología constructivista y lo que piensan los alumnos sobre la ciencia y la utilidad de lo aprendido. Para ello se debería realizar los mismos cuestionarios en colegios donde se utilicen una metodología u otra en las prácticas de laboratorio.

También se podría realizar un estudio sobre el cambio que se produce en los alumnos cuando se pasa de una metodología tradicional a otra bajo enfoque CTS. Para ello se podría establecer un calendario escolar de prácticas que comenzase con prácticas tradicionales, al final del cual se realizasen cuestionarios a los alumnos para obtener información sobre la imagen que tienen de la ciencia, de las prácticas realizadas, si consideran que los conocimientos adquiridos les serán útiles en el futuro, etc. Después se comenzarían a realizar las prácticas bajo enfoque CTS y metodología constructivista y al final se les realizaría el mismo cuestionario, con el fin de valorar cómo ha cambiado su imagen de la ciencia y de las prácticas de laboratorio a lo largo de ese periodo.

## 9 BIBLIOGRAFÍA

### 9.1 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Acevedo, J.A. (s.f.). Cambiando la práctica docente en la enseñanza de las ciencias a través de CTS. Recuperado de <http://www.oei.es/salactsi/acevedo2.htm>

Acevedo, J.A., Vázquez, A., Manassero, M.A. y Acevedo, P. (2007). Consensos sobre la naturaleza de la ciencia: fundamentos de una investigación emprírica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 4 (1), 42-66. Recuperado de <http://venus.uca.es/eureka/revista/Larevista.htm>

Acevedo, P. y Acevedo, J.A. (s.f.). Proyectos y materiales curriculares para la educación CTS: enfoques, estructuras, contenidos y ejemplos. Recuperado de <http://www.oei.es/salactsi/acevedo19.htm>

Aguiar, E.A. y Canto, P.J. (2007). La realización de prácticas de laboratorio y su influencia en la comprensión de temas de química. Formato pdf. Recuperado de: [http://www.comie.org.mx/congreso/memoriaelectronica/v09/ponencias/ato4/PRE\\_1178920673.pdf](http://www.comie.org.mx/congreso/memoriaelectronica/v09/ponencias/ato4/PRE_1178920673.pdf)

Caldeira, M.H. (2005). Los libros de texto de ciencias: ¿Son como deberían ser?. *Revista Tarbiya*, 36, 167-184. Recuperado de <http://web.uam.es/servicios/apoyodocencia/ice/tarbiya/pdf/revistas/Tarbiya036.pdf>

Carretero, M. (2005). *Constructivismo y educación*. (ed. 2ª). México: Progreso.

De Longhi, A.L., Ferreyra, A., Peme, C. Bermudez, G.M.A., Quse, L. Martínez, S., Iturrealde, C. y Campaner, G. (2012). La interacción comunicativa en clases de ciencias naturales. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 9(2), 178-195. DOI: 10498/14728

Decreto 69/2007, de 28 de mayo, por el que se establece y ordena el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria en la Comunidad Autónoma de Castilla-La Mancha. Diario Oficial de Castilla La Mancha, 116, de 1 de junio de 2007.

Elejabarrieta, F.J. e Iñiguez, L. (1984). Construcción de escalas de actitud tipo

Thurst y Likert [formato pdf]. Recuperado de <http://aprendeenlinea.udea.edu.co/revistas/index.php/ceo/article/viewArticle/6820>

Flores, J., Caballero, M.C. y Moreira, M.A. (2009). El laboratorio en la enseñanza de las ciencias: una visión integral en este complejo ambiente de aprendizaje. *Revista de Investigación*, 33(68), 75-112. Recuperado de [http://www2.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1010-29142009000300005&lng=es&nrm=iso&tlang=es](http://www2.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1010-29142009000300005&lng=es&nrm=iso&tlang=es)

Jiménez, M.P. (2000). Análisis de los distintos modelos didácticos. En Perales, F.J. y Cañal de León, P. (Coord.). *Didáctica de las ciencias experimentales*(pp. 170-177) (1ª ed) Alcoy: Marfil.

Jiménez, M.P., Álvarez, V. y Lago, J.M. (2005). La argumentación en los libros de texto de ciencias. *Revista Tarbiya*, 36, 35-59. Recuperado de <http://web.uam.es/servicios/apoyodocencia/ice/tarbiya/pdf/revistas/Tarbiya036.pdf>

Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de *Educación*. Boletín Oficial del Estado, 106, de 4 de mayo de 2006.

López, M. (2009). *Los laboratorios virtuales aplicados a la biología en la enseñanza secundaria. Una evaluación basada en el modelo “CIPP”*. (Tesis doctoral). Universidad Complutense, Madrid. Recuperada de <http://eprints.ucm.es/8800/1/T30883.pdf>

Martín, M.J. (2002). Enseñanza de las ciencias ¿Para qué?. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 1(2), 57-63. Recuperado de <http://www.saum.uvigo.es/reec>

Vázquez, A. y Manassero, M.A. (2008). El declive de las actitudes hacia la ciencia de los estudiantes: un indicador inquietante para la educación científica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 5(3), 274-292. Recuperado de <http://venus.uca.es/eureka/revista/Larevista.htm>

Solbes, J., Montserrat, R. y Furió, C. (2007). El desinterés del alumnado hacia el aprendizaje de la ciencia: implicaciones en su enseñanza. *Didáctica de las ciencias experimentales y sociales*, 21, 91-117. Recuperado de

<http://roderic.uv.es/handle/10550/20899>

Guzmán, M.D. (2008). Grandes experimentos para pequeños exploradores. *Revista digital Ciencia y Didáctica*, nº 1, 86-92. Recuperado de <http://www.enfoqueseducativos.es/>

Martínez, L.F., Villamil, Y.M. y Peña, D.C. (2006). Relaciones Ciencia, Tecnología, Sociedad y ambiente, a partir de casos simulados [formato pdf]. Recuperado de <http://www.oei.es/memoriasctsi/mesa4/mo4p24.pdf>

Acevedo, J.A. (2010). Formación del profesorado de ciencias y enseñanza de la naturaleza de la ciencia. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 7(3), 653-660. DOI: 10498/9817

Mazarío, I. y Mazarío, A. (s.f.). Monografía. El constructivismo: paradigma de la escuela contemporánea [formato pdf]. Recuperado de <http://www.bibliociencias.cu/gsdl/collect/libros/index/assoc/HASH2243.dir/doc.pdf>

Membriela, P. (2002). Una revisión del movimiento CTS en la enseñanza de las ciencias. En P. Membriela (Ed.), *Enseñanza de las Ciencias desde la perspectiva Ciencia-Tecnología-Sociedad. Formación científica para la ciudadanía* (pp. 91-103) (1ª ed.). Madrid: Narcea.

Oliva, J.M. (2011). Dificultades para la implicación del profesorado de Educación Secundaria en la lectura, innovación e investigación en didáctica de las ciencias (I): el problema de la inmersión. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 8(1), 41-53. DOI: 10498/10204

Oliva, J.M. y Acevedo, J.A. (2005). La enseñanza de las ciencias en primaria y secundaria hoy. Algunas propuestas de futuro. *Revista Eureka sobre la Enseñanza y la Divulgación de las Ciencias*, 2(2), 241-250. Recuperado de <http://venus.uca.es/eureka/revista/Larevista.htm>

Orden ECI/3858/2007, de 27 de diciembre, por el que se establecen los requisitos para la verificación de los títulos universitarios oficiales que habiliten para el ejercicio de las profesiones de Profesor de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanzas de Idiomas. Boletín Oficial del Estado, 312, de 29 de diciembre de 2007.

Poynton, T.A. (2007). EZAnalyze (versión 3.0)[Computer software and manual]. Recuperado de <http://www.ezanalyze.com>

Pozo, J.I., Gómez M.A. (2009). *Aprender y enseñar ciencias*. (6ª ed.). Madrid: Morata.

Prieto, T., España, E. y Martín, C. (2012). Algunas cuestiones relevantes en la enseñanza de las ciencias desde una perspectiva Ciencia-Tecnología-Sociedad. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las ciencias*, 9 (1), 71-77. DOI: 10498/14625

Real Decreto 1393/2007, de 29 de octubre, por el que se establece la ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales. Boletín Oficial del Estado, 260, de 30 de octubre de 2007.

Real Decreto 1631/2006, de 29 de diciembre, por el que se establecen las enseñanzas mínimas correspondientes a la Educación Secundaria Obligatoria. Boletín Oficial del Estado, 5, de 5 de enero de 2007.

Real Decreto 1834/2008, de 8 de noviembre, por el que se definen las condiciones de formación para el ejercicio de la docencia en la Educación Secundaria Obligatoria, el Bachillerato, la Formación Profesional y las Enseñanzas de Régimen Especial y se establecen las especialidades de los cuerpos docentes de Enseñanza Secundaria. Boletín Oficial del Estado, 287, de 28 de noviembre de 2008.

Reigosa, C. (2012). Un estudio de caso sobre la comunicación entre estudiantes en el laboratorio escolar. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 11(1), 98-119. Recuperado de <http://www.saum.uvigo.es/reec>

Solbes, J. (2011). ¿Por qué disminuye el alumnado de ciencias?. *Revista Alambique*, nº 67, 53-61.

Soria, M., Giménez, I., Fanlo, A.J. y Excanero, J.F. (s.f.). El mapa conceptual: una nueva herramienta de trabajo. Diseño de una práctica para fisiología [formato html]. Recuperado de <http://www.slideshare.net/njckelinelb/aprendizaje-significativo-1761202>

Tenreiro-Vieira, C. y Marques, R. (2006). Diseño y validación de actividades de

laboratorio para promover el pensamiento crítico de los alumnos. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las ciencias*, 3(3), 452-466. Recuperado de <http://venus.uca.es/eureka/revista/Larevista.htm>

Universidad Internacional de La Rioja (2012). Tema 4: *El aprendizaje de la Biología y la Geología*. Material no publicado.

Villarruel, M. (2009). La práctica educativa del maestro mediador. *Revista Iberoamericana de Educación*, 50(3). Recuperado de <http://www.rieoei.org/index.php>

Zenteno-Mendoza, B.E. y Garritz, A. (2010). Secuencias dialógicas, la dimensión CTS y asuntos socio-científicos en la enseñanza de la química. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 7(1), 2-25. DOI: 10498/9860

## 9.2 BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

Acevedo, J.A. (2009). Conocimiento didáctico del contenido para la enseñanza de la naturaleza de la ciencia (I): El marco teórico. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 6(1), 21-46. Recuperado de <http://venus.uca.es/eureka/revista/Larevista.htm>

Acevedo, J.A., Vázquez, A., Manassero, M.A. y Acevedo, P. (2002). Persistencia de las actitudes y creencias CTS en la profesión docente. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 1(1), 1-27. Recuperado de <http://www.saum.uvigo.es/reec>

Avecero, J.A., Vázquez, A. y Manassero, M.A. (2003). Papel de la educación CTS en una alfabetización científica y tecnológica para todas las personas. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 2 (2), 80-111. Recuperado de <http://www.saum.uvigo.es/reec>

Caamaño, A. (2003). Los trabajos prácticos en ciencias. En Jiménez, M.P. (Coord.), *Enseñar ciencias* (pp. 95-118) (1ª ed.). Barcelona: Graó.

Candela, M.A. (s.f.). Cómo se aprende y se puede enseñar ciencias naturales. Material no publicado. Recuperado el 27 de diciembre de 2012 de

<https://www.google.es/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&ve>

[d=oCDUQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.reformasecundaria.sep.gob.mx%2Fcienzia\\_tecnologia%2Fdoctos%2FCANensenarciencias.doc&ei=zznoUIWxNIKRhQeciIHgBQ&usg=AFQjCNG4x7j2-bu6p1XrFy2IDh-dXNc1gg&bvm=bv.1.355534169,d.ZG4](http://www.reformasecundaria.sep.gob.mx%2Fcienzia_tecnologia%2Fdoctos%2FCANensenarciencias.doc&ei=zznoUIWxNIKRhQeciIHgBQ&usg=AFQjCNG4x7j2-bu6p1XrFy2IDh-dXNc1gg&bvm=bv.1.355534169,d.ZG4)

Hernández, G. (1997). Módulo Fundamentos del Desarrollo de la Tecnología Educativa (Bases Psicopedagógicas). Material no publicado. Recuperado el 27 de diciembre de 2012 de [cecte.ilce.edu.mx/docs/diplom/sofedu/capitulo1.doc](http://cecte.ilce.edu.mx/docs/diplom/sofedu/capitulo1.doc)

Herrera de la Torre, A.M. (2008). La ciencia y la educación científica. *Revista digital Ciencia y Didáctica*, nº 3, 86-92. Recuperado de <http://www.enfoqueseducativos.es/>

Palomares, P. (2009). La organización por talleres como alternativa pedagógica. Las escuelas de Reggio Emilia. *Revista Digital Ciencia y Didáctica*, 8, 565-574. Recuperado de <http://www.enfoqueseducativos.es/>

Pozo, J.I. y Gómez, M.A. (2010). Por qué los alumnos no comprenden la ciencia que aprenden. *Revista Alambique*, 66, 77-79.

Rios, E., Solbes, J. (2007). Las relaciones CTSA en la enseñanza de la tecnología y las ciencias: una propuesta con resultados. *Revista Electrónica de las Ciencias*, 6(1), 32-55. Recuperado de <http://www.saum.uvigo.es/reec>

## ANEXOS

### ANEXO I: CUESTIONARIO UTILIZADO PARA LA RECOGIDA DE DATOS

#### CONSULTA A ALUMNOS DE SECUNDARIA



**Estimado alumno:** Soy una estudiante, como vosotros, que estoy preparándome para poder ser, en un futuro, profesora. Para ello estoy estudiando el Máster de Educación Secundaria en la Universidad Internacional de La Rioja (UNIR). Ya solo me falta hacer un trabajo, denominado Trabajo fin de Máster, que me he propuesto hacer sobre las prácticas de laboratorio, para el cual **necesito de vuestra colaboración**.

Este documento contiene un cuestionario de **18 preguntas** sobre vuestra opinión acerca de las prácticas de laboratorio que realizáis en vuestro centro. Esta consulta es completamente confidencial (**anónima**) y tiene carácter **voluntario**.

**Esta prueba NO va a ser utilizada para calificarte.**

Te pido que la leas con atención y **respondas lo que de verdad piensas**.

**Muchas gracias anticipadamente por tu colaboración.**

Manuela Arévalo Peña.

Enero 2012

#### DATOS SOCIODEMOGRÁFICOS

**Marca una cruz donde corresponda**

EDAD	11	12	13	14	15	16	17

SEXO	Hombre	Mujer

CURSO DE E.S.O.

1º	2º	3º	4º	
			1	2

1-con Biología-Geología  
2-sin Biología-Geología

#### CUESTIONARIO SOBRE TU OPINIÓN ACERCA DE LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO

**Marca con una cruz según tu opinión las diferentes preguntas teniendo en cuenta que:**

- 1. Totalmente en desacuerdo**
- 2. Desacuerdo**
- 3. De acuerdo**
- 4. Muy de acuerdo**

CUESTIONARIO		1	2	3	4
1	Considero que el conocimiento científico es muy útil para investigar y para inventar cosas nuevas peor apenas sirve para nada en la vida cotidiana				
2	En la clase de ciencias me he dado cuenta de la importancia de las ciencias para nuestra manera de vivir.				
3	Considero que aprender ciencias consiste en repetir de la mejor forma posible lo que explica el profesor en clase				
4	Las prácticas de laboratorio me ha despertado las ganas de emprender , en el futuro, estudios relacionados con la ciencia, la tecnología y la sociedad y la investigación				
5	Considero que la mejor forma de hacer prácticas de laboratorio o, que conozco, es seguir el guión del profesor como si fuera una “receta de cocina”				
6	Considero las prácticas de laboratorio como una pérdida de tiempo				
7	Las prácticas de laboratorio que hacemos en las clases de ciencia me hacen reflexionar, pensar y trabajar de forma autónoma				
8	Las actividades que hacemos en las prácticas del laboratorio son: observar alguna experimentación que hace el profesor o seguir el guión cerrado al pie de la letra				
9	Considero que sería capaz de aplicar lo aprendido durante una práctica de laboratorio a nuevas situaciones.				
10	El profesor nos plantea prácticas como si fueran pequeñas investigaciones donde tenemos que formular preguntas e hipótesis				
11	Considero que los contenidos procedimentales que aprendemos en el laboratorio complementan los contenidos impartidos en el aula y me aclara dudas que pueda tener				
12	La práctica habitual en el laboratorio es seguir un guión de prácticas cerrado donde se indica el procedimiento que debemos realizar en cada paso				
13	Me gustaría realizar más prácticas en el laboratorio.				
14	Considero que el principal problema en relación a las prácticas de laboratorio son: la falta de recursos, de tiempo y el nº de alumnos				
15	Considero que el principal problema en relación a las prácticas de laboratorio es: la metodología del profesor y/o su formación y/o su desinterés				
16	Considero que el principal problema en relación a las prácticas de laboratorio es: las prácticas que hacemos están obsoletas				
17	En los exámenes hay preguntas relacionadas con las prácticas que he realizado.				
18	El profesor ha evaluado mi grado de participación y mi trabajo y lo ha tenido en cuenta en mis calificaciones				

## ANEXO II: RESULTADOS OBTENIDOS TRAS EL TRATAMIENTO ESTADÍSTICO DE LOS DATOS

**PREG 1**

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
<b>Válidos</b>	<b>1</b>	71	19,09	19,09	19,09
	<b>2</b>	167	44,89	44,89	63,98
	<b>3</b>	111	29,84	29,84	93,82
	<b>4</b>	23	6,18	6,18	100,00
	<b>Total</b>	372	100,00	100,00	

**PREG 2**

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
<b>Válidos</b>	<b>1</b>	11	2,96	2,96	2,96
	<b>2</b>	61	16,40	16,40	19,35
	<b>3</b>	198	53,23	53,23	72,58
	<b>4</b>	102	27,42	27,42	100,00
	<b>Total</b>	372	100,00	100,00	

**PREG 3**

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
<b>Válidos</b>	<b>1</b>	50	13,44	13,44	13,44
	<b>2</b>	138	37,10	37,10	50,54
	<b>3</b>	154	41,40	41,40	91,94
	<b>4</b>	30	8,06	8,06	100,00
	<b>Total</b>	372	100,00	100,00	

#### PREG 4

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
<b>Válidos</b>	<b>1</b>	30	8,06	8,06	8,06
	<b>2</b>	145	38,98	38,98	47,04
	<b>3</b>	118	31,72	31,72	78,76
	<b>4</b>	79	21,24	21,24	100,00
<b>Total</b>		372	100,00	100,00	

#### PREG 5

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
<b>Válidos</b>	<b>1</b>	148	39,78	39,78	39,78
	<b>2</b>	135	36,29	36,29	76,08
	<b>3</b>	61	16,40	16,40	92,47
	<b>4</b>	28	7,53	7,53	100,00
<b>Total</b>		372	100,00	100,00	

#### PREG 6

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
<b>Válidos</b>	<b>1</b>	8	2,15	2,15	2,15
	<b>2</b>	16	4,30	4,30	6,45
	<b>3</b>	77	20,70	20,70	27,15
	<b>4</b>	271	72,85	72,85	100,00
<b>Total</b>		372	100,00	100,00	

#### PREG 7

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
<b>Válidos</b>	<b>1</b>	11	2,96	2,96	2,96
	<b>2</b>	68	18,28	18,28	21,24
	<b>3</b>	214	57,53	57,53	78,76
	<b>4</b>	79	21,24	21,24	100,00
<b>Total</b>		372	100,00	100,00	

### PREG 8

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
<b>Válidos</b>	<b>1</b>	46	12,37	12,37	12,37
	<b>2</b>	141	37,90	37,90	50,27
	<b>3</b>	116	31,18	31,18	81,45
	<b>4</b>	69	18,55	18,55	100,00
<b>Total</b>		372	100,00	100,00	

### PREG 9

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
<b>Válidos</b>	<b>1</b>	4	1,08	1,08	1,08
	<b>2</b>	88	23,66	23,66	24,73
	<b>3</b>	212	56,99	56,99	81,72
	<b>4</b>	68	18,28	18,28	100,00
<b>Total</b>		372	100,00	100,00	

### PREG 10

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
<b>Válidos</b>	<b>1</b>	15	4,03	4,03	4,03
	<b>2</b>	44	11,83	11,83	15,86
	<b>3</b>	171	45,97	45,97	61,83
	<b>4</b>	142	38,17	38,17	100,00
<b>Total</b>		372	100,00	100,00	

### PREG 11

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
<b>Válidos</b>	<b>1</b>	7	1,88	1,88	1,88
	<b>2</b>	55	14,78	14,78	16,67
	<b>3</b>	158	42,47	42,47	59,14
	<b>4</b>	152	40,86	40,86	100,00
<b>Total</b>		372	100,00	100,00	

### PREG 12

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
<b>Válidos</b>	<b>1</b>	58	15,59	15,59	15,59
	<b>2</b>	141	37,90	37,90	53,49
	<b>3</b>	147	39,52	39,52	93,01
	<b>4</b>	26	6,99	6,99	100,00
<b>Total</b>		372	100,00	100,00	

### PREG 13

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
<b>Válidos</b>	<b>2</b>	22	5,91	5,91	5,91
	<b>3</b>	58	15,59	15,59	21,51
	<b>4</b>	292	78,49	78,49	100,00
	<b>Total</b>	372	100,00	100,00	

### PREG 14

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
<b>Válidos</b>	<b>1</b>	95	25,54	25,54	25,54
	<b>2</b>	97	26,08	26,08	51,61
	<b>3</b>	118	31,72	31,72	83,33
	<b>4</b>	62	16,67	16,67	100,00
<b>Total</b>		372	100,00	100,00	

### PREG 15

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
<b>Válidos</b>	<b>1</b>	29	7,80	7,80	7,80
	<b>2</b>	72	19,35	19,35	27,15
	<b>3</b>	102	27,42	27,42	54,57
	<b>4</b>	169	45,43	45,43	100,00
<b>Total</b>		372	100,00	100,00	

### PREG 16

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
<b>Válidos</b>	<b>1</b>	28	7,53	7,53	7,53
	<b>2</b>	74	19,89	19,89	27,42
	<b>3</b>	134	36,02	36,02	63,44
	<b>4</b>	136	36,56	36,56	100,00
<b>Total</b>		372	100,00	100,00	

### PREG 17

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
<b>Válidos</b>	<b>1</b>	133	35,75	35,75	35,75
	<b>2</b>	65	17,47	17,47	53,23
	<b>3</b>	129	34,68	34,68	87,90
	<b>4</b>	45	12,10	12,10	100,00
<b>Total</b>		372	100,00	100,00	

### PREG 18

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
<b>Válidos</b>	<b>1</b>	36	9,68	9,68	9,68
	<b>2</b>	39	10,48	10,48	20,16
	<b>3</b>	119	31,99	31,99	52,15
	<b>4</b>	178	47,85	47,85	100,00
<b>Total</b>		372	100,00	100,00	

### ANEXO III: CUESTIONARIO DE IDEAS PREVIAS

1. ¿Podrías decir que tipo de seres vivos puedes encontrar en el agua?
2. ¿Existen seres vivos en un vaso de agua clara?
3. ¿Podemos beber agua de cualquier fuente, río, charca, lago, piscina sin contaminación química que encontremos? ¿Por qué?
4. ¿Los microorganismos son perjudiciales para la salud?
5. ¿Conoces alguno que no lo sea? ¿Y alguno que si?
6. ¿El ser humano utiliza los microorganismos con alguna finalidad?

## ANEXO IV: FICHA DE RESULTADOS

1. Hipótesis planteada:
2. Resultados esperados:
3. Resultados observados:
4. Dibujo se los microorganismos observados en cada muestra: Indica nombre, tipo, si es unicelular o pluricelular, el aumento utilizado para observarlo y sus características.
5. ¿Se observan los mismos tipos de organismos en todas las muestras?
6. ¿Qué microorganismos nos pueden indicar la calidad del agua? ¿Por qué?
7. Después de lo que has buscado y aprendido de los microorganismos, ¿Se te ocurren alguna utilidad más para ellos? Pon un ejemplo.
8. ¿Cómo explicarías a alguien que no ha realizado el experimento lo que has hecho y los resultados obtenidos?
9. ¿Se confirma la hipótesis que has planteado? ¿Por qué?
10. ¿Has aprendido algo que antes no supieras con esta práctica? ¿Qué?