



**Evaluación de una secuencia didáctica para acercar las  
motivaciones de los  
científicos a los alumnos de Educación Primaria**

**Trabajo de Fin de Máster**

**Escuela Universitaria de Magisterio de Segovia**

**Universidad de Valladolid**

**Segovia, 2012**

Presentado por Cristina San Hipólito Luengo

Dirigido por Cristina Vallés Rapp

# AGRADECIMIENTOS

Quería dedicar unas palabras a todas las personas que han hecho posible este trabajo:

A Cristina Vallés Rapp, mi tutora, gracias por todo el tiempo invertido en este trabajo, por tu implicación, dedicación e interés y por estar siempre que te he necesitado. Gracias por haberme hecho creer que era capaz de realizar este gran trabajo.

A mi familia (mi madre Elisa, mi padre Miguel Ángel y mi hermano Álvaro) por haber compartido conmigo momentos de alegría y de incertidumbre; por ayudarme y enseñarme a seguir hacia delante.

Gracias también a mis amigos, Marta por estar siempre apoyándome y ayudándome incluso en los momentos de angustia, Inés, Laura, Sergio, Julia, Juan y Padilla por haberme animado y haber confiado en mi.

A mis compañeros del máster, gracias por haber hecho de este máster un recuerdo inolvidable.

A los alumnos del colegio Domingo de Soto y su tutora Sara, por vuestro acogimiento tan afectivo

A todos los profesores del máster, por vuestra dedicación y tiempo, vuestros consejos y pensamientos.

A todos, gracias por haberme ayudado a realizar este sueño.

# **RESUMEN**

Actualmente la Enseñanza de la Ciencia es uno de los aspectos que reporta mayor interés, aun así el estatus de ésta en el sistema educativo no es demasiado elevado. La desconexión existente entre la educación y las demandas de la sociedad provoca una gran falta de interés hacia la ciencia y su estudio por parte de los jóvenes, lo que conduce en ocasiones a su abandono.

En este sentido, el estudio tiene como objetivo la presentación e implementación de una propuesta didáctica para Educación Primaria relacionada con el tratamiento de la Naturaleza de la Ciencia, concretamente en relación con la motivación de los científicos hacia su trabajo. Nuestro fin es mejorar la comprensión de los estudiantes de esta etapa y acercarles al conocimiento de la Naturaleza de la Ciencia, tratando así de conseguir un mayor interés por su parte. La metodología seguida en el trabajo es de corte cualitativo y cuantitativo a la vez, permitiendo usar instrumentos pertenecientes a ambas metodologías como son el cuestionario, la observación participante y el análisis de contenido.

El análisis de los resultados obtenidos nos ha permitido valorar positivamente la unidad didáctica diseñada, destacar los aspectos que favorecen el acercamiento hacia la ciencia y los científicos, así como conocer las ideas previas que poseen los alumnos sobre los científicos y sus motivaciones. También han sido destacados algunos aspectos que pueden ser mejorados.

## **PALABRAS CLAVE**

Enseñanza de la Ciencia, Naturaleza de la Ciencia, Educación Primaria, Propuesta Didáctica, Motivación hacia Ciencia.

# **ABSTRACT**

Currently science teaching is one of the features that generates most interest in society, even though its status in our educational system is not too high. The existing gap between education and society's demands brings about a great lack of enthusiasm towards science and its study by young people, which leads to its abandonment.

In this sense, the research aims at the introduction and implementation of a didactic proposal for Primary School in relation to the Treatment of the Nature of Science, specifically in so far as scientists' motivation towards their work is concerned. Our goal is to enhance Primary students' comprehension and provide them an approach to the Knowledge of the Nature of Science, trying somehow to arouse a greater interest on their part. The methodology that has been used in our study is based on both quality and quantity parameters, which enables us to use tool that are common to both methodologies, such as a questionnaire, active observation and contents analysis.

The analysis of the results that have been obtained has enabled us to assess the designed didactic unite positively. Likewise we have been able to stand out those aspects which promote the approach towards science and scientists. And last but not least, we have access to the students' previous ideas on scientists and their motivations. Moreover some aspects that are liable to improvement have been emphasized.

## **KEY WORDS**

Science Teaching, Nature of Science, Primary School, Motivation towards science, Didactic proposal

# ÍNDICE

1 INTRODUCCIÓN	8
2 OBJETIVOS	10
3 JUSTIFICACIÓN DEL TEMA ELEGIDO	11
4 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	16
4.1 Nuestra concepción de la educación	16
4.2 Educación científica hoy	18
4.3 Integración de la naturaleza de la ciencia en el currículo	24
4.4 Selección de contenidos de la naturaleza de la ciencia para su Tratamiento en Educación Primaria	27
5 METODOLOGÍA	30
5.1 Los paradigmas de investigación en Ciencias Sociales	30
5.2 Diseño de la propuesta educativa	34
5.3 Instrumentos de recogida de datos e información	47
5.3.1 Cuestionarios cerrados	47
5.3.2 Cuestionario de preguntas abiertas	51
5.3.3 Análisis de contenido	52
5.3.4 Observación participante	53

6 ANALISIS DE LOS RESULTADOS	55
6.1 Valoración de las actividades realizadas para conocer las ideas previas del alumnado	55
6.2 Análisis de las actividades de síntesis de la propuesta didáctica	65
6.3 Valoración final de la propuesta didáctica	74
7 CONCLUSIONES Y CONSIDERACIONES FINALES	91
8 PERSPECTIVAS DE FUTURO	94
9 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	96
10 ANEXOS	102

# INDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1:</b> Habilidades como indicadores más específicos de la competencia Conocimiento e interacción con el mundo físico.....	25
<b>Tabla 2:</b> Ideas sobre la ciencia que consiguen el consenso y deberían enseñarse en la ciencia escolar.....	28
<b>Tabla 3:</b> Características de los paradigmas en Ciencias Sociales.....	31
<b>Tabla 4:</b> Evaluación del proceso de la unidad didáctica.....	46
<b>Tabla 5:</b> Ventajas e inconvenientes de los cuestionarios.....	47
<b>Tabla 6:</b> Ejemplo de pregunta del cuestionario.....	48
<b>Tabla 7:</b> Agrupación de las respuestas del alumnado.....	49
<b>Tabla 8:</b> Temporalización de la propuesta didáctica.....	50
<b>Tabla 9:</b> Porcentajes de respuesta a la pregunta 60111.....	56
<b>Tabla 10:</b> Porcentajes de respuesta a la pregunta 60221.....	57
<b>Tabla 11:</b> Porcentajes de respuesta a la pregunta 60222.....	58
<b>Tabla 12:</b> Porcentajes de respuesta a la pregunta 60226.....	59
<b>Tabla 13:</b> Porcentajes de respuesta a la pregunta 60411.....	60
<b>Tabla 14:</b> Porcentajes de respuesta a la pregunta 70411.....	61
<b>Tabla 15:</b> Porcentajes y frecuencias sobre la apariencia del científico.....	63
<b>Tabla 16:</b> Porcentajes y frecuencias sobre las características personales de los científicos.....	64
<b>Tabla 17:</b> Porcentajes y frecuencias de respuesta sobre científicos famosos que conoces y por qué.....	66
<b>Tabla 18:</b> Porcentajes y frecuencias de respuesta sobre razones de por qué se conoce a los científicos.....	66
<b>Tabla 19:</b> Porcentajes y frecuencias de respuestas a la pregunta ¿Cuál es el trabajo de los científicos?.....	67

<b>Tabla 20:</b> Porcentajes y frecuencias de respuesta a la pregunta ¿Les gusta a los científicos su trabajo?.....	69
<b>Tabla 21:</b> Porcentajes y frecuencias de respuesta a la pregunta ¿Por qué les gusta a los científicos su trabajo.....	69
<b>Tabla 22:</b> Porcentajes y frecuencias de respuestas a la pregunta: ¿Serías científico de mayor?.....	70
<b>Tabla 23:</b> Mural de motivaciones de los científicos realizado por los alumnos.....	73
<b>Tabla 24:</b> Porcentajes de respuesta a la pregunta 60111.....	75
<b>Tabla 25:</b> Porcentajes de respuesta a la pregunta 60221.....	76
<b>Tabla 26:</b> Porcentajes de respuesta a la pregunta 60222.....	77
<b>Tabla 27:</b> Porcentajes de respuesta a la pregunta 60226.....	77
<b>Tabla 28:</b> Porcentajes de respuesta a la pregunta 60411.....	78
<b>Tabla 29:</b> Porcentajes de respuesta a la pregunta 70411.....	79
<b>Tabla 30:</b> Porcentajes comparados de la pregunta 60111.....	80
<b>Tabla 31:</b> Porcentajes comparados de la pregunta 60226.....	81
<b>Tabla 32:</b> Porcentajes comparados de la pregunta 60411.....	82
<b>Tabla 33:</b> Porcentajes comparados de la pregunta 70411.....	83
<b>Tabla 34:</b> Ventajas, inconvenientes y propuesta de mejora de la propuesta didáctica.....	95

# 1. INTRODUCCIÓN

La importancia de la ciencia en la sociedad actual es indudable, pero no se refleja en el estatus que la educación científica alcanza en el sistema educativo. Como explican Vázquez y Manassero (2011) existe falta de interés hacia las ciencias lo que provoca que los niños se alejen de ella induciendo como consecuencia natural al abandono de la ciencia a lo largo de su formación.

Es a través de la Naturaleza de la Ciencia como la educación científica permite acerca una imagen adecuada de la misma, eliminando ideas erróneas sobre la ciencia y los científicos que generan una creciente imagen negativa de la ciencia, convirtiéndola en algo ajeno a los intereses del alumnado. En la actualidad podemos discernir entre tres líneas de investigación sobre la Naturaleza de la Ciencia, que tendremos en cuenta en nuestro estudio (Marín, Bennaroch y Niaz, 2011):

- Enfoque epistemológico, basado en la forma en que el conocimiento científico se genera con sus valores, supuestos y creencias.
- Enfoque basado en la dimensión cognitiva de la misma naturaleza de la ciencia, es decir las ideas y concepciones que los alumnos adquieren de la propia ciencia
- Enfoque que proviene del movimiento Ciencia-Tecnología-Sociedad que enfatiza las actitudes hacia la ciencia por encima de los elementos epistemológicos.

La presente investigación propone una posible solución a los inconvenientes que existen sobre la enseñanza de la ciencia en el aula, y para ello diseña una propuesta didáctica dirigida a la Educación Primaria, en concreto para el último ciclo, para tratar de una forma eficiente la Naturaleza de la Ciencia en el aula, y más específicamente las motivaciones de los científicos. El estudio se estructura en cuatro capítulos descritos a continuación:

En el primer capítulo aparece la justificación del tema elegido y las razones de la importancia y relevancia del mismo.

En el capítulo dos se desarrolla un breve marco teórico sobre el estado de la investigación, que a su vez se encuentra dividido en cuatro subapartados: en el primero se exponen nuestra concepción de ciencia y su relación con la sociedad actual; en el segundo nos hemos centrado en la educación científica actual; el tercero hace referencia al tratamiento que desde el currículo recibe la naturaleza de la ciencia en el aula; por último se presenta un cuarto apartado que expone los contenidos que se deberían tratar en la Educación Primaria con respecto a la naturaleza de la ciencia.

En el tercer capítulo, se expone y describe la metodología utilizada en la investigación, se concreta el diseño de la investigación, así como la propuesta didáctica que presentamos y, a continuación, se concretan los instrumentos que vamos a utilizar para la recogida de datos e información (cuestionarios cerrados, cuestionarios de preguntas abiertas, análisis de contenido y el anecdotario).

El capítulo cuatro plantea el análisis de los resultados obtenidos, tras la implementación de dicha unidad didáctica en un aula concreta de Educación Primaria.

En el capítulo cinco se exponen las conclusiones del estudio a partir de los resultados obtenidos y en función del objeto de estudio. Además se presentan algunas futuras líneas de investigación.

El documento finaliza con el listado de las referencias bibliográficas empleadas en la elaboración de este trabajo y un apartado de anexos que muestra los diferentes instrumentos de obtención de datos, así como el material complementario utilizado en la propuesta didáctica.

## 2. OBJETIVOS

Los objetivos generales de esta investigación son:

- Diseñar, implementar y analizar una propuesta educativa centrada en potenciar la enseñanza y el conocimiento de las motivaciones de los científicos entre el alumnado de Educación Primaria.
- Mejorar la comprensión sobre la Naturaleza de la Ciencia de estudiantes de Educación Primaria, por medio de los instrumentos de intervención didáctica y evaluación diseñados.
- Conocer las ideas previas del alumnado sobre la figura del científico y sus motivaciones, para conocer y acercarnos a la realidad del aula.
- Reconocer cambios en las ideas del alumnado tras la implementación de la propuesta con el fin de conocer las posibilidades de este tipo de herramientas, así como sus ventajas y desventajas para poder mejorarla.

### 3. JUSTIFICACIÓN

La presente investigación considera la enseñanza de las ciencias como un proceso complejo pero de gran relevancia actual como defiende Acevedo (2004). Creemos importante hacer llegar la ciencia a todos los alumnos como algo útil, en relación con su vida real y enseñar una ciencia escolar relevante para el ciudadano. Este proceso debe comenzar desde las etapas más básicas de la educación para irse complementando de forma paulatina en los posteriores niveles educativos, ya que como resalta la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) en su informe, es importante tener contactos positivos con la ciencia desde edades muy tempranas en las que se empiezan a formar las actitudes hacia la ciencia, por ello la necesidad y elección de destinar esta propuesta didáctica para Educación Primaria y más en concreto tratar el tema de ciencia en esta etapa (OCDE, 2006).

Consideramos la formación científica de vital importancia y una parte primordial de la formación integral del alumno, por eso no basta con aprender sobre ciencia, sino que es necesario apropiarse del conocimiento científico para su uso cotidiano y personal así como para tomar decisiones con implicación social. La alfabetización científica pone el énfasis en el desarrollo de competencias que permitan esta posibilidad (Gavidia 2005). Así esta alfabetización de la que hablamos se convierte en un objetivo básico para conseguir una educación inclusiva y para todos (Vázquez y Manassero, 2012).

Justificar la alfabetización en ciencia sirve también para apoyar la integración de la naturaleza de la ciencia en los currículos escolares por dos razones predominantes como explica Vázquez y Manassero (2012):

- El reconocimiento de la naturaleza de la ciencia como un componente esencial de la alfabetización científica.
- El peso lógico de la naturaleza de la ciencia para la educación en ciencias, si la naturaleza de la ciencia es un conjunto de principios básicos en el reino de la ciencia, la enseñanza de la ciencia no puede ser ajena a esos elementos.

Como docentes consideramos que la mejor forma de tratar e incluir la Naturaleza de la Ciencia en el aula es a través de propuestas didácticas innovadoras, que como exponen Guisasola y Morentin (2007), provean a los futuros profesores de materiales didácticos adecuados, que les permitan reflexionar en clase sobre los aspectos principales de la Naturaleza de la Ciencia y mediante los cuales puedan integrar los diferentes contenidos de ciencia. Además, pretendemos que el profesor conozca las ideas previas de los alumnos sobre la ciencia, factor que es clave en los procesos de enseñanza aprendizaje (Oliva y Acevedo, 2005).

Por ello el presente trabajo se centra en el diseño, implementación y análisis de una secuencia didáctica innovadora pues representa una nueva forma de entender la enseñanza de la ciencia, además supone una solución para el divorcio existente entre las propuestas didácticas que se realizan fruto de las investigaciones que se llevan a cabo y las prácticas profesionales de gran parte del profesorado: currículos aditivos, aprendizajes memorísticos, etc (Gavidia 2005).

Por otro lado, la presente investigación ha permitido profundizar en aspectos de suma importancia en la formación de investigadores en formación que contribuyen a la adquisición de las siguientes competencias básicas que aparecen en el REAL DECRETO 1393/2007 del 29 de octubre por el que se establecen las competencias que debe alcanzar un alumno al terminar el Trabajo Fin de Master:

- Conocer y ser capaz de aplicar los conceptos, principios, teorías o modelos relacionados con la investigación social y la capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos, dentro de contextos relacionados con su área de estudios multidisciplinares.
- Adoptar en todos los aspectos relacionados con la formación en la investigación social actitudes de respeto y promoción de los derechos fundamentales y de igualdad entre hombres y mujeres, de igualdad de oportunidades, de no discriminación, de accesibilidad universal de las personas con discapacidad; así como una actitud de adhesión a los valores propios de una cultura de paz y democrática.

- Definir y delimitar los problemas de investigación de las áreas de estudio propias de las Ciencias Sociales como ámbito científico de investigación.
- Ser capaz de diseñar un proyecto de investigación conforme a los modelos metodológicos de las áreas de estudio propias de las Ciencias Sociales como ámbito científico de investigación.
- Conocer y ser capaz de revisar desde las fuentes de información al estado de la cuestión en las áreas de estudio propias de las Ciencias Sociales.
- Ser capaz de interpretar adecuadamente y realizar un análisis crítico de los resultados obtenidos en el proceso de investigación.
- Ser capaz de organizar teórica y metodológicamente el proceso de investigación sobre un objeto de estudio propio del ámbito de las áreas de conocimiento implicadas.

Para finalizar, nos gustaría incidir en la idea que subyace dentro de la educación sobre la dificultad de la enseñanza de las ciencias. Consideramos que estos problemas pueden ser causados por un desconocimiento, procedente de la falta de información y estudio y que, como muestran numerosos trabajos, tanto alumnos como profesores poseen una imagen de la ciencia poco realista, adjudicando a la ciencia, una capacidad ilimitada en la resolución de los problemas de la sociedad y relacionándola exclusivamente con la física, química, biología, medicina, etc. Además, otorgan una imagen idealizada a los científicos que no parece estar relacionada con la profesión de investigador y su función dentro del progreso de la sociedad (Solís, 2011).

Por otra parte, de Pro (2009) pone de manifiesto la escasa participación como autores de trabajos de investigación del profesorado de Educación Infantil y Primaria, se investiga “sobre” la Educación Primaria, pero no “con” los responsables de la enseñanza en estos niveles.

Las razones de esta escasa participación recogidas por Solís (2011) son:

- Escasez de tiempo para compaginar las tareas de docentes con las labores de investigación
- Falta de cultura profesional en este estudio
- Falta de incentivación adecuada.

Con respecto a esta escasa participación, Gil y Vilchez (2004) lanzan algunas propuestas, una de ellas es la necesidad de que gran parte de la investigación educativa debería ser realizada desde la práctica, potenciando de esta manera la función investigadora en el propio profesorado de Educación Primaria implicado en la educación científica. Con esta propuesta didáctica pretendemos mostrar un pequeño ejemplo de esa faceta investigadora del propio profesorado.

Como docentes de Educación Primaria pretendemos potenciar en las aulas una imagen real de la ciencia a los alumnos, adquiriendo esta visión de la ciencia nosotros, los docentes, en primer lugar. Pretender enseñar ciencia olvidando las investigaciones recientes supone un grave error. Ser conscientes de la importancia que tiene para los docentes la innovación e investigación en la educación científica, participar en dichas investigaciones y actualizarnos permanentemente sobre la ciencia escolar, facilitará plantear en las aulas actividades y experiencias más acordes con las tendencias actuales sobre la ciencia y su aprendizaje.

Una justificación más personal que me gustaría añadir, puede resumirse en dos puntos.

El primero está relacionado con mi periodo de formación como alumna del “Máster de Investigación en Ciencias Sociales aplicadas a la Educación” pues entonces tuve la oportunidad, gracias a mi tutora, de conocer el proyecto EANCYT<sup>1</sup> puesto en marcha por un grupo de investigadores. Este proyecto rápidamente captó mi atención, más concretamente uno de sus aspectos, el trabajo de las sobre las motivaciones de los científicos en el aula de Educación Primaria.

El segundo se centra más en mi trayectoria profesional como maestra de Educación Primaria. La enseñanza siempre ha supuesto un reto para mi, en concreto he sido bastante reticente a las ciencias durante toda mi recorrido académico, por lo que decidí enfocar mi Trabajo de Fin de Máster hacia la enseñanza de ciencia en esta etapa para con ello tratar de entender esa complejidad y disgusto que causan las ciencias entre el alumnado de Educación Primaria, y así en la medida de lo posible, cambiarlo con esta propuesta didáctica.

---

• <sup>1</sup> ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE SOBRE LA NATURALEZA DE LA CIENCIA Y TECNOLOGÍA UNA INVESTIGACIÓN EXPERIMENTAL Y LONGITUDINAL Proyecto de Investigación EDU2010-16553 financiado por una ayuda del Plan Nacional de I+D del Ministerio de Ciencia e Innovación (España).

## 4. MARCO TEÓRICO

En este capítulo se presentan las ideas principales que sirven como marco de referencia para el desarrollo de nuestra investigación. Las ideas presentadas se han estructurado en cinco apartados: nuestra concepción de educación; educación científica hoy; la integración de la naturaleza de la ciencia en los currículos de Educación Primaria y la selección de contenidos sobre la naturaleza de la ciencia para la Educación Primaria.

### 4.1. NUESTRA CONCEPCIÓN DE EDUCACIÓN

Educación, es un concepto complejo de definir, debido a su naturaleza cambiante y su estrecha relación con el progreso y los cambios que sufre la sociedad, por ello las palabras educar y educación no deben ser consideradas como definiciones estáticas.

Desde nuestra perspectiva, educar es algo más que una instrucción, hace referencia a una idea de educación basada en las personas, los educandos, situándoles como eje principal y fundamental de nuestra labor. Una definición de educación coherente con nuestra concepción sería la defendida por Freire (2009) entendiendo la educación como *praxis, la reflexión y acción del hombre sobre el mundo para transformarlo*.

Esta concepción no basa la educación en una mera transmisión de conocimientos, unidireccional -desde el profesor hacia los alumnos- donde el alumno se considera un ente pasivo, además de “recipiente” vacío, y la función de la educación y por consiguiente de los docentes, es llenarlo de conocimientos. Así estaríamos asumiendo que el alumnado acude a la escuela sin ningún tipo de conocimiento previo o concepciones propias, este tipo de educación sería la defendida por la educación denominada bancaria o tradicional.

Desde nuestra opinión, nos referirnos a una educación o enseñanza, entendida como una forma de guiar, conducir, en otras palabras, concebida como un proceso sin fin, en el cual el profesor ayuda al alumno pero a la vez el alumno también al profesor. Un intercambio mutuo de información, valores, actitudes, opiniones, que hacen de este

proceso algo único, en el cual el alumno es un participante activo de su propio de enseñanza-aprendizaje.

Esta educación tiene como fin último el desarrollo y formación íntegra del alumno, tal y como queda recogido en la Ley Orgánica de Educación (2006) en los distintos fines de la educación, *El pleno desarrollo de la personalidad y de las capacidades de los alumnos [...] El desarrollo de la capacidad de los alumnos para regular su propio aprendizaje, confiar en sus aptitudes y conocimientos.* Por tanto es una educación centrada en acompañar a los alumnos para que puedan desarrollar sus máximos potenciales y convertirse en personas con capacidades críticas, que les permitan valorar objetivamente y sin manipulación ninguna, la realidad patente y actuar en consecuencia.

Para la consecución de este fin, aparecen en el currículo las denominadas competencias básicas, definidas como *aquellas competencias que el alumno debe haber desarrollado al finalizar la enseñanza obligatoria para poder lograr su realización personal, ejercer la ciudadanía activa, incorporarse a la vida adulta de manera satisfactoria y ser capaz de desarrollar un aprendizaje permanente a lo largo de su vida* (MEC, 2007).

La finalidad principal de la inclusión de estas competencias en el currículo es conseguir integrar los diferentes aprendizajes adquiridos en las distintas áreas y materias, es decir lograr una educación multidisciplinar, en la cual el alumno consiga crear unos esquemas básicos de conocimiento, a partir de los cuales poder llegar a construir su propio aprendizaje. Como defiende el MEC (2007) *Cada una de las áreas contribuye al desarrollo de diferentes competencias y, a su vez, cada una de las competencias básicas se alcanzará como consecuencia del trabajo en varias áreas o materias.*

La consecución de las competencias básicas contribuye a que el alumno haga frente a la vida en sociedad y a los sucesivos cambios de ésta. Por este motivo consideramos que la sociedad y la educación están fuertemente ligadas y como consecuencia, también lo estará a la investigación e innovación. En este sentido, Solís (2011) afirma que *las relaciones entre la investigación, la innovación y la práctica educativa son, cuando menos, complejas*, sin embargo no debemos caer en el error de eliminar este binomio,

investigación-innovación, del campo educativo sino tomarlo como un reto a conseguir para mejorar la calidad de nuestra educación.

## **4.2. EDUCACION CIENTÍFICA HOY**

Enseñar ciencias en Educación Primaria es enseñar una materia que evoluciona con mucha rapidez para lo que no existe una fórmula general y única. Se considera necesario proporcionar a todos los ciudadanos una educación científica básica, que les permita adquirir los conocimientos, desarrollar destrezas y potenciar valores necesarios para su desarrollo integral.

Las ciencias deben de ser parte de la preparación para la vida real, para ello debemos propiciar una educación científica, iniciándola desde la etapa de la Educación Primaria. Será necesario comenzar con la adquisición de unos conocimientos científicos por parte de los alumnos, es decir una alfabetización científica, definida por uno de los documentos internacionales de mayor relevancia como es Programa Internacional para la Evaluación del Estudiante o conocido por sus siglas en inglés, *Program for International Students Assessment* (OCDE,2009):

*La comprensión de las características de la naturaleza de la ciencia, como una forma de conocimiento e indagación humanos, la conciencia de cómo la ciencia y la tecnología conforman nuestro ambiente material, intelectual y cultural, y la voluntad para involucrarse en asuntos relacionados con la ciencia, como un ciudadano constructivo, comprometido y reflexivo.*

Que los alumnos adquieran esta competencia les permitirá entender el mundo que les rodea y les proveerá de un conjunto de habilidades y competencias que contribuyan al desarrollo de su ciudadanía para la toma de decisiones sobre los problemas que incidan en su vida, como defienden Schreiner et. al. (2005). Pero no solo por razones socioeconómicas, culturales y de autonomía queda justificada esta necesidad de alfabetizar científica y tecnológicamente, sino como añade Jenkins (1997) por la razón que atañe a la ética y a la responsabilidad social que deben asumir todos los ciudadanos en general. Por lo tanto este primer contacto con la ciencia debe de ser positivo y

favorecer ideas adecuadas sobre la ciencia y el conocimiento científico, favoreciendo la comprensión de la naturaleza.

Pero la enseñanza de las ciencias abarca muchos aspectos y en ella interfieren múltiples factores como pueden ser las ideas y concepciones previas de los alumnos, las opiniones de los profesores sobre la ciencia y su enseñanza, el contexto socioeconómico, cultural, etc.

En la actualidad son varios, los problemas a los que la enseñanza de las ciencias debe de hacer frente en la Educación Primaria, relacionados algunos de ellos con los aspectos metodológicos centrados en la formación y motivación de los docentes, la presencia del área de ciencias en el sistema educativo, la extensión y naturaleza de los currículos oficiales (Oliva y Acevedo 2005). Autores como García- Ruíz y Orozco (2008) han realizado estudios sobre las dificultades que presenta la enseñanza de las ciencias entre las que destacan:

- Falta de estrategias y apoyos didácticos adecuados para minimizar el predominio de la verbalización en las clases, para ello se necesitan cursos de actualización que incluyan estrategias prácticas y experimentales.
- El factor socioeconómico referido a la falta de inversión para apoyar las instalaciones y materiales necesarios para fortalecer las clases de ciencia.
- Desconocimiento por parte de los docentes de los saberes de los alumnos acerca de la ciencia durante la preparación de las clases, factor que dificulta el proceso de enseñanza-aprendizaje.
- Amplitud de los programas de estudio, factor de tensión para los maestros, debido a que tienen la responsabilidad de terminar los programas.
- La enseñanza de las ciencias, no incide sobre lo que los alumnos piensan ni hacen en su vida diaria, no se vinculan contenido de la clase de ciencias con los aspectos o experiencias que viven día a día los alumnos.

A pesar de estos inconvenientes y dificultades planteados, no debemos rendirnos en nuestro esfuerzo por conseguir una cultura científica básica, para ello hay que formar al alumnado en ciencia y sobre ciencia. Un aspecto esencial de la ciencia, es la Naturaleza de la Ciencia y Tecnología (NdCyT) y que la caracteriza como una forma de construir conocimientos. Resulta compleja la tarea de encontrar una definición precisa, que sea el resultado del consenso de expertos de la ciencia, por consiguiente también resulta complejo fijar su contenido para su tratamiento en el aula. Autores como Acevedo y otros (2007) la definen como:

*Conjunto de meta-conocimientos sobre la CyT que surgen de las reflexiones interdisciplinarias sobre qué son y cómo funcionan la Ciencia y Tecnología, realizadas por los especialistas en filosofía, sociología e historia de la CyT, así como algunos científicos y expertos en didáctica de las ciencias.*

Cada una de las disciplinas mencionadas en la definición anterior realiza aportaciones específicas a la Naturaleza de la Ciencia, resumidas a continuación. La filosofía de la ciencia aporta los aspectos epistemológicos relevantes del conocimiento científico. La sociología de la ciencia considera la ciencia como una institución social, aportando a la Naturaleza de la Ciencia el estudio de los valores de la ciencia y los científicos, de las relaciones que los científicos establecen con otras instituciones para la realización de su trabajo y de las costumbres de los científicos en su trabajo de investigación. La historia de la ciencia aporta la comprensión de las investigaciones y los debates científicos en su propio contexto social, económico y político, a la vez presentan la resistencia al cambio y los sectores que trataron de impedir el avance científico.

El tratamiento de la NdCyT en el aula supone un conocimiento de sus características principales (Acevedo et al. 2007):

- ✓ Aunque es duradero, el conocimiento científico tiene carácter provisional.
- ✓ El conocimiento se basa fundamentalmente, pero no por completo, en observación, pruebas empíricas, argumentos racionales y escepticismo.

- ✓ No existe una sola manera de hacer ciencia; por tanto, no hay ningún método científico universal en etapas sucesivas.
- ✓ La ciencia es un esfuerzo para explicar los fenómenos naturales.
- ✓ Las leyes y teorías desempeñan papeles diferentes en la ciencia; las teorías no se convierten en leyes acumulando más pruebas adicionales.
- ✓ Las personas de todas las culturas contribuyen a la ciencia.
- ✓ El conocimiento nuevo debe comunicarse clara y abiertamente.
- ✓ Los científicos necesitan disponer de registros exactos, someterse a la revisión por iguales, información veraz y la posibilidad de replicar los resultados.
- ✓ Las observaciones científicas están cargadas de teoría.
- ✓ Los científicos son creativos.
- ✓ La historia de la ciencia revela a la vez un carácter evolutivo y revolucionario.
- ✓ La ciencia es parte de las tradiciones sociales y culturales.
- ✓ La ciencia y la tecnología interactúan entre si.
- ✓ Las ideas científicas están influidas por su entorno histórico y social.
- ✓ La ciencia tiene implicaciones globales.
- ✓ Los científicos toman decisiones éticas.

Afirmaciones que representarían un consenso sobre las naturaleza de la ciencia a partir de diversos documentos curriculares (Mc Comas et al. 1998 citado en Acevedo et al. 2007).

Las dificultades de la educación científica para conseguir una adecuada comprensión de la naturaleza de la ciencia en el aula, pueden quedar reflejadas en las ideas y actitudes que los alumnos poseen y muestran sobre la ciencia y el conocimiento científico, como explican Rabadán y Martínez (1999). Las actitudes por tanto pueden influir en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias, por un lado se pueden considerar como factor de aprendizaje puesto que las actitudes positivas y negativas de los alumnos hacia el aprendizaje de la ciencia influyen en el logro o no de los objetivos propuestos, favoreciendo o dificultando el proceso de enseñanza-aprendizaje; por otro lado las actitudes pueden ser consideradas como resultado del aprendizaje ya que las actitudes son consideradas como contenidos junto con los conceptos y procedimientos.

Pero no sólo las actitudes del alumnado determinan este proceso, sino también las actitudes de los propios profesores de ciencia, que en ocasiones muestran las mismas

ideas erróneas acerca de la naturaleza de la ciencia, ideas que se limitan al sentido común.

Algunos estudios, como el realizado por Guisasola(2007); García-Ruíz y Orozco (2008), recogen las concepciones e ideas predominantes que poseen los docentes (). Estos estudios señalan que los docentes consideran la ciencia como un cuerpo de conocimientos formados por fenómenos naturales y teorías (concepción positivista), el conocimiento científico no queda contextualizado en su marco teórico ni socio-cultural, pero sí en un marco económico. Por último, estos mismo estudios señalan que los profesores conocen estrategias propias de la ciencia para la resolución y contrastación de ideas y que consideran el progreso científico creciente y solo posible cuando surgen nuevos hechos experimentales, debidos en su mayoría a los avances tecnológicos.

A partir del análisis de diversos estudios sobre las concepciones, creencias e ideas previas sobre la ciencia que transmiten los profesores, Fernández et al. (2002) clasifican las ideas detectadas en las siguientes categorías:

- **Concepción empiroinductivista y ateórica de la ciencia:** resalta el papel de la observación y experimentación sobre la teoría.
- **Concepción rígida de la actividad científica:** resalta una idea exacta, algorítmica e infalible de la actividad científica. Presenta el método científico como un conjunto de etapas a seguir mecánicamente, destacando el carácter exacto de los resultados obtenidos y el rigor del mismo, olvidando creatividad y originalidad en el quehacer científico
- **Concepción aporética y ahistórica de la ciencia:** una visión dogmática y cerrada de la ciencia que resalta los conocimientos elaborados, ignorando los problemas que generaron su construcción, su evolución y sus dificultades.
- **Concepción exclusivamente analítica:** resalta la ausencia del trabajo de consenso, de la unificación de criterios, de conceptos e ideas, de la interrelación entre distintos campos.

- **Concepción meramente acumulativa del desarrollo científico:** resalta el crecimiento lineal y acumulativo de los conocimientos científicos, sin mostrar cómo los conocimientos hoy aceptados han sido alcanzados.
- **Concepción individualista y elitista de la ciencia:** subraya el carácter solitario del trabajo científico, actividad reservada a minorías especialmente dotadas y generalmente masculinas.
- **Concepción descontextualizada, socialmente neutra de la actividad científica:** ignora o trata superficialmente las relaciones entre ciencia, tecnología y sociedad.

A la vista de este panorama y si partimos de la base de que el aprendizaje de la ciencia es de suma importancia en la formación integral del alumno, se comprenderá fácilmente la preocupación de tener profesionales de la educación que cuenten, no sólo con una formación disciplinar y pedagógica adecuada sino también con un marco actitudinal apropiado que resulte en un mejoramiento de su enseñanza y en consecuencia se eleve la calidad de la educación científica (García-Ruiz y Orozco, 2008).

Debido a la importancia de las actitudes en la enseñanza de la naturaleza de la ciencia, debemos establecer qué actitudes deben potenciarse en las aulas de ciencia, y tener en cuenta como señala Jiménez Aleixandre (2003) que no se desarrollan en el vacío sino gradualmente y de forma sutil.

Autores como Tarín y Sanmartí (1999) proponen la siguiente clasificación de las actitudes vinculadas a la ciencia y su aprendizaje:

- Valores y actitudes científicos: relacionados con la actuación de las personas cuando construyen el conocimiento científico, como pueden ser curiosidad, escepticismo, objetividad, racionalidad...
- Valores y actitudes hacia la ciencia y su aprendizaje: relacionados con el campo de la disposición afectiva y de la motivación hacia la ciencia, su aprendizaje y el mundo de la comunidad científica.

- Valores sociales de la ciencia: relacionados con la aplicación de conductas de sensibilización hacia el medio natural y social con vinculación a la salud y sostenibilidad.

### **4.3. INTEGRACIÓN DE LA NATURALEZA DE LA CIENCIA EN EL CURRÍCULO**

Por todo lo expuesto anteriormente, se hace patente la necesidad de seguir trabajando en esta educación científica e incluir la NdCyT en los currículos escolares. Vázquez y Manassero (2007) destacan esta línea de trabajo como uno de los retos actuales de la educación científica y la consideran como *una contribución relevante de la educación general*. También De Pro (2003) presenta a través de una serie de razones la imperante necesidad de incluir la NdCyT en el currículo escolar:

- Las necesidades de una sociedad con un desarrollo científico y tecnológico cada vez mayor.
- La importancia, para una sociedad democrática, de que los ciudadanos tengan conocimientos para tomar decisiones reflexivas y fundamentadas sobre temas científico-técnicos de incuestionable transcendencia social.
- La creencia de que es imprescindible una participación activa y consciente en la conservación del medio y el desarrollo sostenible.
- El interés por crear hábitos saludables que mejoren nuestra calidad de vida.
- La conveniencia de transferir muchos de sus valores formativos a otros contextos y situaciones cotidianas.
- La curiosidad del ser humano por conocer las características, posibilidades y limitaciones de su propio cuerpo.

Esta propuesta de inclusión en los currículos oficiales no debería resultarnos extraña puesto que en ciertos países de cultura anglosajona como EE.UU, Gran Bretaña, Canadá, Australia la naturaleza de la ciencia se considera un contenido esencial de la educación científica, y se incluye explícitamente en sus currículos de ciencias (Acevedo, 2008).

En lo que se refiere al currículo español concretamente, entendemos que las propuestas de la LOE resultan escasas y poco explícitas, si nos centramos en la Educación Primaria, debido a la escasez de objetivos diseñados para el área de Conocimiento del Medio sobre la correcta comprensión de la naturaleza de la ciencia.

Si analizamos el currículo español podemos constatar que aparecen pocas referencias explícitas en relación con la naturaleza de la ciencia y su enseñanza, podemos encontrar tan sólo algunas relaciones indirectas en los objetivos y contenidos del área de Conocimiento del Medio Natural, Social y Cultural. Se hace referencia al mundo físico, la comprensión de sucesos, predicción... pero no aparece ninguna referencia explícita a la NdCyT, por ello se hace necesaria la idea de introducirla como un eje transversal de todos los currículos de la educación obligatoria, debido a su carácter general y holista que afecta a todos los ámbitos de la educación. Pero como defiende Holbrook (2000), no debe ceñirse solo al conocimiento científico, sino que debe de tener un enfoque de auténtica relevancia social, que incluya valores éticos y democráticos

La competencia de conocimiento e interacción con el mundo físico, está dirigida tanto a la comprensión como a la predicción y mejora de las condiciones de vida de los seres, por lo tanto, como explica Vázquez (2012) se centra en aspectos de intervención y de ciencia. A continuación se muestran las habilidades como indicadores más específicos de dicha competencia y las dimensiones relacionadas con la NdCyT.

Tabla 1. Habilidades como indicadores más específicos de la competencia Conocimiento e interacción con el mundo físico (Vázquez 2012).

<b><u>Habilidades</u></b>	<b><u>Dimensiones relacionadas con la NdCyT</u></b>
Desarrollar y aplicar el pensamiento científico-técnico básico para interpretar el mundo.	- Interpretar información y los avances científicos y tecnológicos.
Tomar decisiones con autonomía e iniciativa personal (salud, actividad productiva, consumo, ciencia, procesos	- Cuidar el medio ambiente. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Uso responsable de los recursos naturales.</li> <li>• Consumo racional y responsable.</li> </ul>

tecnológicos, etc).	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Planificación y manejo de soluciones técnicas, siguiendo criterios de economía y eficacia (sostenibilidad).</li> </ul>
Practicar los procesos propios de investigación científica ( el meta-conocimiento inter-disciplinar relacionado con estos procesos y actitudes, aunque sea elemental, sería NdCyT.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Identificar y plantear preguntas y problemas relevantes.</li> <li>- Realizar y registrar observaciones con conciencia del marco teórico.</li> <li>- Plantear, planificar y contrastar soluciones tentativas o hipótesis.</li> <li>- Realizar predicciones e inferencias de distinto nivel de complejidad.</li> <li>- Obtener, interpretar, evaluar y comunicar conclusiones basadas en pruebas.</li> </ul>
Valorar el conocimiento científico y otras formas de conocimiento.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Usar valores y criterios éticos asociados a la ciencia y tecnología.</li> <li>- Reconocer las fortalezas y límites de la actividad científico-tecnológica.</li> <li>- Mantener la solidaridad global e intergeneracional (sostenibilidad).</li> <li>- Construcción social del conocimiento a los largo de la historia.</li> </ul>

#### **4.4. SELECCIÓN DE CONTENIDOS DE LA NATURALEZA DE LA CIENCIA PARA SU TRATAMIENTO EN EDUCACIÓN PRIMARIA**

Existe la necesidad de seleccionar una serie de contenidos para su abordaje en Educación Primaria, pues el conocimiento científico es muy amplio y con frecuencia hay una gran sobrecarga en los programas de las materias que abordan los docentes. Esta selección de contenidos como defiende de Pro (2003) no es sencilla, ya que en ella concurren muchas variables como conocimientos, experiencias profesionales, creencias y teorías sobre ciencia y educación, etc.

Para la selección de estos contenidos de NdCyT, se deben de abarcar las cuatro facetas que Teresa Prieto (2010) considera fundamentales:

- Dimensión práctica, referida a los conocimientos útiles en diferentes profesiones y también a las situaciones cotidianas que implican una toma de decisiones relativas al propio bienestar.
- Dimensión de responsabilidad social relativa al conocimiento y comprensión de nuestra sociedad.
- Dimensión de la educación del pensamiento, relacionada con “enseñar a pensar”. Se deben conocer los procedimientos científicos y llevarlos a la vida cotidiana a través de conceptos como: validez, evidencias, objetividad, incertidumbre, asunciones...
- Dimensión hereditaria-cultural, concebir la ciencia como un saber en el mundo que se transmite entre generaciones.

En cualquier caso, incluir en la Educación Primaria, contenidos acerca de la propia ciencia, su historia y desarrollo, puede resultar una tarea ardua y complicada al convertirse la propia ciencia en un referente obligado de las decisiones que marcan la práctica educativa. Como expone Acevedo (2004) esto no puede llevar a renunciar al objetivo planteado de que los alumnos se aproximen a la naturaleza de la ciencia, sino que debemos de utilizarlo como un inicio para establecer unos contenidos y adaptarlos al nivel psicoevolutivo de nuestro alumnado, ayudándoles a comprender cómo funciona la ciencia. Autores como Acevedo y otros (2007) nos facilitan algunos temas en relación

con la naturaleza de la ciencia así como recomendaciones para su incorporación en el currículo escolar, como queda reflejado en la siguiente tabla.

Tabla 2: Ideas sobre la ciencia que consiguen el consenso y deberían enseñarse en la ciencia escolar. (Acevedo y otros, 2007)

<b>Temas.</b>	<b>Recomendaciones para el currículo. Debería enseñarse que...</b>
Ciencia y curiosidad	Un aspecto importante del trabajo científico es el continuo proceso cíclico de hacer preguntas y buscar respuestas que conducen a nuevas preguntas. Este proceso hace emerger nuevas teorías y técnicas científicas que prueban empíricamente.
Creatividad	La ciencia es una actividad que implica creatividad e imaginación, como ocurre en tantas otras actividades humanas, y algunas ideas científicas son extraordinarios logros intelectuales. Los científicos lo mismo que otros profesionales, son humanos, apasionados y están comprometidos en su trabajo. También confían en la inspiración y la imaginación.
Hipótesis y predicción	Los científicos formulan hipótesis y hacen predicciones de los fenómenos naturales. Este proceso es esencial para el desarrollo de nuevos conocimientos.
Métodos científicos y comprobación crítica	La ciencia es un método experimental para probar las ideas y, en particular, ciertas técnicas como el control de variables. Además el resultado de un solo experimento pocas veces es suficiente para establecer un nuevo conocimiento.
Diversidad del pensamiento científico	La ciencia utiliza una serie de métodos y enfoques. No existe un único método científico.
Desarrollo histórico del conocimiento científico	Es necesario conocer un poco de historia del desarrollo del conocimiento científico.

Análisis e interpretación de datos	La práctica científica implica destrezas en el análisis e interpretación de los datos. Los conocimientos científicos no surgen simplemente de los datos, sino después de un proceso de interpretaciones y construcción de teorías, lo que requiere habilidades sofisticadas. También es posible y legítimo que los científicos den diferentes interpretaciones de los mismos datos y que, por tanto, discrepen.
Ciencia y certeza	Gran parte del conocimiento científico, sobre todo en la ciencia escolar, está bien establecido y fuera de toda duda razonable, pero otra parte del mismo es más dudosa. El conocimiento científico actual es el mejor que tenemos, pero puede estar sujeto a cambios en el futuro ante nuevas pruebas o nuevas interpretaciones de las antiguas.
Dimensiones morales y éticas del desarrollo del conocimiento científico	Las decisiones en la aplicación del conocimiento científico y técnico no son neutrales, por tanto, podrían entrar en conflicto con valores morales y éticos de diversos grupos sociales.
Cooperación y colaboración en el desarrollo del conocimiento científico (Acevedo et al. 2007).	El trabajo científico es una actividad colectiva y, a al vez, competitiva. Aunque algunos individuos pueden hacer contribuciones significativas, el trabajo científico se lleva a cabo con mucha frecuencia en grupo, a menudo con carácter multidisciplinar e internacional. Generalmente, los nuevos conocimientos se comparten y deben superar un proceso de revisión crítica por los colegas para que sean aceptados por la comunidad científica.

## 5. METODOLOGÍA

Para comprender la metodología que hemos utilizado, consideramos fundamental comenzar exponiendo los diferentes paradigmas desde los que se pueden abordar las investigaciones en Ciencias Sociales, de esta manera concretamos la perspectiva desde la que hemos enfocado el tratamiento de la Naturaleza de la Ciencia en el aula., ya que esto conlleva una forma específica de ver e interpretar el conocimientos y nos permite justificar las diferentes herramientas utilizadas.

### 5.1. LOS PARADIGMAS DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA SOCIALES:

Antes de especificar el tipo de metodología que vamos a aplicar en nuestro estudio, deberíamos centrar el enfoque o paradigma bajo el cual vamos a trabajar. Kuhn (1970) define “paradigma” como *Conjunto particular de cuestiones, métodos, procedimientos, desarrollados por las comunidades científicas que sirven de marco de referencia a los individuos que se forman en esa comunidad y que suelen interiorizar esas predisposiciones hacia lo real.*

La necesidad de centrar nuestro trabajo en un paradigma concreto subyace en entender la posición fundamental que una comunidad está dispuesta a adoptar en los temas relacionados con la naturaleza de la realidad social (ontología), las bases del conocimiento, la posibilidad de entender el mundo y de comunicar el saber a los demás (epistemología) (Lopez-Pastor, 1999).

Al asumir que la investigación educativa es como la educación, una práctica social, reconocemos, la coexistencia de varios paradigmas en su desarrollo.

Acorde con cada concepción paradigmática el docente-investigador se enfrenta al desafío de decidir de manera pertinente las estrategias metodológicas que se correspondan con la naturaleza del problema que se haya planteado. (Branco et al. 2002).

Realizamos a continuación una síntesis comparativa sobre las características que diferentes autores otorgan a los tres paradigmas:

Tabla 3: Características de los paradigmas en Ciencias Sociales

<b>PARADIGMA POSITIVISTA</b>	<b>PARADIGMA INTERPRETATIVO</b>	<b>PARADIGMA SOCIOCRTICO</b>
Aboga por el empleo de métodos cuantitativos	Aboga por el empleo de métodos cualitativos.	Aboga por el empleo de métodos cualitativas y cuantitativos
Medición penetrante y controlada	Observación naturalista y sin control	Reflexión colectiva
Objetivo	Subjetivo	Entre lo objetivo y lo subjetivo
Al margen de los datos	Próximo a los datos	Próximo a los datos
No fundamentado en la realidad, orientado a la comprobación, confirmatorio, reduccionista, inferencial e hipotético deductivo	Fundamentado en la realidad, orientado a los descubrimientos, exploratorio, expansionista, descriptivo e inductivo.	Fundamentando en la construcción y reconstrucción sucesiva de la teoría y la práctica (Alvarado y García, 2008).
Orientado a los resultados	Orientado al proceso	Orientado a la transformación social
Generalizable	No generalizable	Visión global y dialéctica de la realidad educativa
Criterios de rigor científico: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Validez interna</li> <li>- Validez externa</li> <li>- Fiabilidad</li> <li>- Objetividad</li> </ul>	Criterios de rigor científico: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Credibilidad</li> <li>- Transferibilidad</li> <li>- Dependencia</li> <li>- Conformidad</li> </ul>	
Investigación sobre la Educación (Elliot, 1990)	Investigación Educativa (Elliot, 1990)	Investigación-Acción

Tras el análisis de estas características, podemos decir que nuestro trabajo se desarrolla bajo un enfoque sociocrítico, consideramos el proceso de enseñanza aprendizaje multidimensional, simultaneo, inmediato e imprevisible (Doyle, 1986).

Por todo ello bajo este enfoque, entendemos la educación como una práctica social cuyos fines principales son la autonomía del individuo y su libertad, es decir una enseñanza para la comprensión, como defiende Elliot (1990) y Stenhouse (1984, 1987). Consideramos el dialogo entre la teoría y los datos obtenidos en el trabajo de campo, así como la incidencia del observador en el fenómeno observado, que se caracteriza por ser reflexivo y concebimos la investigación como un proceso dinámico y de cambio.

Así, adoptamos el concepto de investigación educativa, que está al servicio de la práctica docente y de sus principales implicados, como son el profesor y los alumnos, lo que implica un desarrollo curricular y sirve para generar conocimiento práctico-teórico (Lopez-Pastor, 1999).

Bajo esta concepción la figura del profesor-investigador, se convierte en una parte clave del proceso educativo, se entiende su actividad como reflexiva, es decir el profesor lleva a cabo procedimientos de verificación dentro de su propia práctica docente (Lopez-Pastor, 1999).

A pesar de situarnos en un enfoque sociocrítico, somos consciente de que no existe una única forma o camino de enfrentarse a una investigación educativa, ya que los procesos educativos disponen de múltiples maneras de ver la esencia de los seres humanos y también existen diversas maneras (procesos metodológicos) de acercarse a esa esencia (Imbernón, 2002).

Algunas de las características propias de la investigación cualitativa que algunos autores como Taylor y Bogdan (1986) consideran relevantes, son:

- La comprensión del tratamiento, puesto que busca la interconexión de los elementos que pueden estar influyendo en algo que resulte de una determinada manera.
- La relación investigador y el objeto de estudio es concomitante, es decir, existe una participación democrática y comunicativa entre el investigador y los sujetos investigados.

- Considera la entrevista, la observación sistemática y el estudio de casos como el método de producción de conocimiento. Utilizando únicamente técnicas cualitativas.
- Se centra en la descripción y comprensión de lo individual.
- Entre la investigación y la acción existe una interacción permanente. La acción es fuente de conocimiento y la investigación se constituye en parte como una acción transformadora.

En cuanto a las características de la metodología cuantitativa, defendidas por Cohen y Manion (1990) podemos destacar:

- El objeto de análisis de esta metodología, es una realidad observable, medible y que se puede percibir de manera precisa.
- La relación entre teoría e hipótesis es muy estrecha pues la segunda deriva de la primera. A partir de un marco teórico se formula una hipótesis, mediante un razonamiento deductivo, que posteriormente se intenta validar empíricamente.
- Se busca establecer una relación de causa-efecto entre dos fenómenos. Dicha relación está ligada con la interconexión entre conceptos que supone la hipótesis.
- Se analizan las variables, tratadas con procedimientos matemáticos y estadísticos.
- Tiene capacidad de predicción y generalización. Se trabaja sobre una muestra representativa del universo estudiado.

Así pues, en nuestro estudio combinamos la búsqueda de cualidades objetivas, predecibles y observables en un fenómeno educativo con la interpretación y comprensión del mismo, de esta manera se hace posible la utilización conjunta de metodologías cuantitativas y cualitativas, como queda reflejado al utilizar por una parte los cuestionarios cerrados y abiertos , de naturaleza cuantitativa; y la observación participante de naturaleza cualitativa, en el desarrollo e implementación de una propuesta didáctica sobre la Naturaleza de la Ciencia en Educación Primaria.

## **5.2. DISEÑO DE LA PROPUESTA EDUCATIVA**

### **UNIDAD DIDÁCTICA: MAMÁ QUIERO SER CIENTÍFICO.**

#### **Introducción**

Con frecuencia los alumnos relacionan la figura de los científicos con falsos estereotipos sobre su personalidad, motivaciones y hábitos como recoge Fernández-Novell (2008) en su estudio sobre las concepciones de ciencias del alumnado. Con esta unidad didáctica se pretende que el alumno conozca de manera más objetiva y cercana qué motivaciones conducen al científico para dedicar su vida a la búsqueda del conocimiento, al avance de la ciencia, cuáles son las características propias de un científico y cuál es su papel dentro de la sociedad.

Esta propuesta didáctica es una adaptación para Educación Primaria de otra incluida de cómo parte de la investigación experimental EANCYT de la que este trabajo forma parte.

Entre los objetivos de esta propuesta se encuentra el detallado en la normativa vigente por el cual se pretende desarrollar en el alumnado de esta etapa capacidades intelectuales, dotarle de conocimientos, habilidades y actitudes para que pueda comprender mejor la sociedad y el mundo de hoy, y para que pueda acceder a él con madurez y responsabilidad (MEC, 2007).

La propuesta comprende un conjunto de actividades diseñadas con distintos fines, así destacamos actividades muy diversas (Sanmartí 2000): de exploración, introducción de nuevos puntos de vista, de síntesis y consolidación. Así como unos criterios e instrumentos para su evaluación.

#### **Contexto**

La propuesta didáctica que se presenta a continuación ha sido implementada en el Colegio Público de Infantil y Primaria Domingo de Soto situado en la provincia de Segovia, en concreto en el centro histórico de la localidad. El centro cuenta con una línea en la Educación Primaria y dos en Educación Infantil.

La unidad didáctica está diseñada para Educación Primaria y destinada al último ciclo, en concreto el penúltimo curso del mismo, la clase está formada por diecisiete alumnos, dos de ellos de nacionalidad colombiana.

Concretamente la propuesta se encuentra incluida dentro del área de Conocimiento del Medio, Natural, Social y Cultural.

### **Relación con el currículum**

Tal y como hemos venido explicando anteriormente, en la actual Ley Orgánica de Educación (LOE, 2006) existe una escasa aparición explícita del concepto Naturaleza de la Ciencia y Tecnología, a pesar de eso hemos podido encontrar ciertos rasgos relacionados con lo que versa nuestra propuesta.

El área en que presenta mayor relación con los contenidos de ciencia, es el área de Conocimiento del Medio, Natural, Social y Cultural, ya que trata temas relacionados con el aprendizaje de la ciencia en el aula, y engloba distintos ámbitos del saber, respeta la coherencia de cada uno de ellos, atiende a sus procesos específicos de aprendizaje, y orienta los distintos saberes hacia una meta: contribuir a una mejor comprensión y explicación del conjunto de aspectos y dimensiones que constituyen el entorno humano. El carácter de esta propuesta presentada, es interdisciplinar y establece relaciones orientadas a conseguir que los aprendizajes se apoyen mutuamente y se favorezca un aprendizaje significativo.

El área de Conocimiento del Medio, Natural, Social y Cultural incluye seis bloques de contenidos pero la propuesta diseñada está relacionada directamente con el bloque 4: (personas, culturas y organización social) por su tratamiento de la ciencia y su importancia dentro de la sociedad.

### **Competencias básicas**

A través de esta Unidad Didáctica se trabaja todo el conjunto de competencias básicas, para conseguir el desarrollo íntegro del alumno, pero de manera más específica se pretende que el alumno alcance las siguientes competencias:

- **Competencia en el conocimiento y la interacción con el mundo físico.**

Esta competencia, como ya dijimos en la revisión de estado de la cuestión, es la más relacionada con nuestro estudio. Como se detalla en el MEC (2007), incorpora nociones sobre conceptos científicos y técnicos, como de teorías científicas básicas previamente comprendidas. Esta competencia va a permitir al alumnado poner en práctica los procesos y actitudes propios del análisis sistemático y de la indagación científica, como pueden ser: identificar y plantear problemas relevantes; formular preguntas; localizar y obtener información cuantitativa y cualitativa; plantear y contrastar hipótesis. Así como reconocer la naturaleza, fortalezas y límites de la actividad investigadora como construcción social del conocimiento a lo largo de la historia.

Como conclusión, alcanzar esta competencia supone el desarrollo y aplicación del pensamiento científico-técnico para con ello poder interpretar la información que se recibe, predecir y tomar decisiones con iniciativa personal, en un mundo donde los avances que se producen en los ámbitos científicos y tecnológico tienen una influencia decisiva en la vida personal, la sociedad y el mundo natural. Como también implica la valoración del conocimiento científico al lado de otras formas de conocimiento.

Además del desarrollo de esta competencia, con esta propuesta didáctica que a continuación se expone, se pretende la consecución de otras competencias de manera general, pudiendo destacar

- **Competencia social y ciudadana**

Como también se detalla en el MEC (2007), esta competencia se centra en hacer comprender a los alumnos la realidad social en la cual viven, enseña a cooperar y convivir de manera democrática en la sociedad en que viven.

Uno de los rasgos más destacados de esta competencia es llegar a conseguir que los alumnos desarrollen una comprensión crítica de la realidad a partir de experiencias y conocimientos, para que sean capaces de juzgar de manera objetiva y con un criterio de calidad. Así serán capaces de llevar a cabo el ejercicio de una ciudadanía activa e integradora, conociendo previamente los valores sobre los que se asienta la democracia.

Por último destacar las habilidades que con esta competencia se pretenden conseguir en el alumno: conocerse y valorarse, saber comunicarse en distintos contextos, expresar las propias ideas y escuchar las ajenas...

También se trabajarán de forma menos específica otras competencias, para permitir la comprensión de la realidad social en la que el alumnado se encuentra inmersa, la cooperación, convivencia y ejercicio de la ciudadanía democrática, así como la adquisición de un criterio propio para la toma de decisiones y el desarrollo de aspectos como: la creatividad, confianza, responsabilidad y sentido crítico.

- **Competencia en comunicación lingüística.**
- **Autonomía e iniciativa personal**

## **Objetivos**

Los objetivos de esta Unidad didáctica están relacionados tanto con los objetivos generales de Educación Primaria, como con los objetivos del Área de Conocimiento de Medio Natural, Social y Cultural, que se proponen en el MEC (2007).

En cuanto a los objetivos generales de etapa podríamos destacar:

- Conocer y valorar su entorno natural, social y cultural, así como las posibilidades de acción y cuidado del mismo.
- Iniciarse en la utilización, para el aprendizaje, de las tecnologías de la información y la comunicación desarrollando un espíritu crítico ante los mensajes que reciben y elaboran.
- Desarrollar hábitos de trabajo individual y de equipo, de esfuerzo y responsabilidad en el estudio, así como actitudes de confianza en sí mismo, sentido crítico, iniciativa personal, curiosidad, interés y creatividad en el aprendizaje.

Los objetivos de área que se trabajan de una manera más específica en esta propuesta son:

- Participar en actividades de grupo adoptando un comportamiento responsable, constructivo y solidario, respetando los principios básicos del funcionamiento democrático.
- Utilizar las tecnologías de la información y la comunicación para obtener información y como instrumento para aprender y compartir conocimientos.
- Reconocer y apreciar la pertenencia a grupos sociales y culturales con características propias, valorando las diferencias con otros grupos y la necesidad del respeto a los Derechos Humanos.

Por últimos destacar los objetivos concretos que pretendemos conseguir al realizar esta propuesta:

- Acercar al alumnado a la naturaleza de la ciencia y su relación con la sociedad utilizando para ello biografías de algunos científicos destacados.
- Conocer las motivaciones de los científicos y valorar su papel en la sociedad.
- Desarrollar una actitud crítica ante la imagen de científico mostrada en los medios de comunicación.
- Utilizar las tecnologías de la información y la comunicación para realizar búsquedas de información y compartir conocimientos.

## **Contenidos**

Los contenidos trabajados en la unidad didáctica trabajan varios tipos de aspectos como son los actitudinales, procedimentales y conceptuales.

- Conocimiento y acercamiento hacia la naturaleza de la ciencia
- Relación existente entre la naturaleza de la ciencia y la sociedad
- La importancia de los científicos en nuestra sociedad

- Conocimientos de las motivaciones de los científicos a través del análisis de sus biografías.
- Opinión propia y crítica sobre los científicos.

## **Metodología**

La metodología didáctica desarrollada en esta unidad seguirá un enfoque constructivista basado en el aprendizaje individual y construido socialmente, además será fundamentalmente comunicativa, activa y participativa y estará dirigida a la consecución de los objetivos, especialmente en aquellos aspectos relacionados directamente con las competencias básicas.

Se llevará a cabo una enseñanza dialógica, como defiende Freire (2009) basada en el diálogo como forma principal de enseñanza-aprendizaje, tanto entre el alumnado como con el profesor.

La acción educativa, como expone en MEC (2007) será parte clave en el proceso de enseñanza-aprendizaje, integrando las distintas experiencias y aprendizajes de los alumnos, teniendo en cuenta los distintos ritmos de aprendizaje, promoviendo el trabajo en equipo y favoreciendo la capacidad de aprender por sí mismos.

Los recursos utilizados en la propuesta poder ser divididos en

- Personales: especialista del área de Conocimiento del Medio Natural, Social y Cultural. Pudiendo añadir el oportuno personal que se necesite.
- Materiales: textos relacionados con las actividades, bolígrafos, pinturas, rotuladores, cartulinas, papel continuo, cuaderno del alumno, tijeras, pegamento, revistas, periódicos y el libro escrito por Janssen, U. y Steuernagel, U. (2004). *Una universidad para los niños*. Barcelona: Critica.

La temporalización de la unidad didáctica es flexible y admite cambios debido a su posible relación con muchos de los contenidos desarrollados en el área de Conocimiento del Medio, Natural, Social y Cultural distribuidos a lo largo del curso escolar. A pesar

de ellos proponemos un cronograma. La propuesta didáctica se desarrollará en cuatro sesiones de una hora cada una organizadas de la siguiente manera:

<b><u>SESIONES</u></b>	<b><u>ACTIVIDADES</u></b>	<b><u>TIEMPO</u></b>
1° SESION	Introducción de nuevos puntos de vista	15 minutos
	Exploración	45 minutos
2° SESION	Síntesis	1 hora
3° SESION	Síntesis	1 hora
4° SESION	Consolidación	1 hora

### **Actividades**

A continuación se presenta el conjunto de actividades desarrolladas en la unidad didáctica y clasificadas bajo el criterio utilizado por Sanmartí (2000).

#### **1. Actividad de introducción de nuevos puntos de vista**

El grupo-clase escucha la lectura 1 y participa en el “cuchicheo” por parejas, el cuchicheo consiste en dejar un tiempo para que los alumnos comenten y compartan entre ellos sus opiniones sobre el texto. Los alumnos disponen del texto después de la lectura.

A continuación los alumnos deberán escribir tres características sobre la apariencia física de un científico y tres características sobre la personalidad del mismo. Después se realizará una puesta en común.

El profesor comienza presentando al Unidad Didáctica a través de la lectura del texto, anima a participar en el cuchicheo y dinamiza y propone algunas pautas para la puesta en común.

Metodología: Activa, cuchicheo por parejas, puesta en común

Materiales y recursos: Texto 1 El Mundo de Max. (Anexo I)

Tiempo: 10-15 minutos

## **2. Actividad de exploración**

Los alumnos escriben una serie de preguntas planteadas por el profesor en sus cuadernos y redactan sus respuestas. Después se ponen en común.

El profesor, realiza las preguntas, y modera la intervención del alumnado en la puesta en común.

Las preguntas que pueden generar la introducción del tema y la motivación del mismo pueden ser:

¿Has pensado alguna vez en ser científico? ¿En que consiste el trabajo de un científico?  
¿Qué científicos conoces? ¿Por qué les conoces? ¿Qué científico te gustaría ser? ¿Por qué?  
¿Crees que a los científicos les gusta su trabajo? ¿Por qué crees que eligieron ser científicos y no otra profesión?

Metodología: Activa, individual y grupo-clase.

Materiales y Recursos: Cuadernos de la materia, bolígrafos, verbal.

Tiempo: 45 minutos.

## **3. Actividades de Síntesis**

La clase se divide en 6 grupos, cada grupo leerá un texto y cada miembro del grupo expondrá su opinión al resto. Se trata de distribuir textos que recojan diferentes motivaciones de los científicos, que los alumnos saquen sus propias opiniones, que discutan sobre lo que leen.

A continuación el portavoz de cada grupo, tras haber recogido las opiniones del resto de miembros, expondrá al grupo-clase los aspectos más relevantes. Se puede utilizar la técnica Phillips 66, que consiste en una dinámica de grupos basada en la organización grupal para elaborar e intercambiar información mediante una gestión eficaz del tiempo, se divide el grupo grande en seis grupos de seis alumnos que durante seis minutos discuten un tema, a continuación se ponen en común todas las ideas; esta

técnica es muy apropiada para promover la participación de todos los miembros de un grupo y obtener las opiniones de todos los en un tiempo breve

El profesor plantea y reparte los textos que recogen las ideas sobre las motivaciones de los científicos, distribuye los grupos, ayudará en los problemas de vocabulario que puedan surgir y potenciará la participación de los alumnos. También integrará, para formar un conjunto, el trabajo de los diferentes grupos.

Metodología: Activa, Grupos pequeños (no más de 6 alumnos), puesta en común con el grupo-clase

Materiales y Recursos: Textos que expresan las motivaciones de los científicos (textos 2,3,4,5 y 6, situados en el anexo I) Verbal.

Tiempo: 1 hora.

#### **4. Actividades de Síntesis**

Formando grupos de 6 componentes, los alumnos deberán realizar un mural-cómic, en el que expresarán cómo trabaja y como se siente un científico a través de 6 dibujos. Las viñetas deberán tener cierta continuidad y cohesión, de manera que reflejen lo que los alumnos han entendido sobre las motivaciones y características de un científico.

Tras esta tarea cada grupo deberá de hacer una pequeña exposición al resto del grupo-clase, explicando su mural y el porqué de sus dibujos.

Metodología: Activa grupos pequeños de 6 estudiantes

Materiales y recursos: Cartulinas, lápices de colores, tijeras, pegamento, rotuladores, lápices.

Tiempo: 1 hora

#### **5. Actividad Consolidación**

Los alumnos deberán buscar biografías de al menos dos científicos, y deben de buscar información sobre las motivaciones que en su vida les condujeron a dedicarse a la ciencia y que motivaciones les proporcionó dedicar su trabajo a la ciencia.

También se puede proponer la búsqueda o lectura de algunas entrevistas a científicos contemporáneos a través de los medios de comunicación ya sea en prensa, televisión o radio.

Deberán realizar en los cuadernos de clase, una opinión personal sobre las biografías estudiadas y las motivaciones de los personajes estudiados.

El profesor facilitará libros y páginas web donde podrán encontrarse bibliografías, evaluará los comentarios personales sobre las mismas.

Metodología: Activa. Trabajo individual y grupal

Materiales y recursos: Fuentes de información: revistas, internet, enciclopedias, libros... cuaderno del alumno.

Tiempo: 1 hora.

## **6. Actividades de Ampliación**

Las actividades de ampliación están centradas en el libro “La universidad para los niños” (Janssen y Steuernagel, 2004) en el que ocho científicos explican a los niños los grandes enigmas del mundo.

Los alumnos deberán elegir uno de los enigmas que aparecen en el libro y tras realizar su lectura, deberán escribir una redacción, explicando lo que no entendían previa lectura, y lo que han comprendido tras la lectura.

Metodología: Activa. Trabajo individual y exposición ante el grupo-clase

Materiales y recursos: Cuaderno del alumno. Libro: Janssen, U. y Steuernagel, U. (2004). *Una universidad para los niños*. Barcelona: Crítica.

## **Evaluación de los aprendizajes: del alumnado, del proceso y de la práctica docente**

La evaluación de la unidad didáctica será continua y global, teniendo en cuenta el progreso del alumno a lo largo de la misma y se llevará a cabo considerando los diferentes elementos que la constituyen.

Además, hemos optado por un tipo de evaluación formativa, como define López-Pastor (2009) *todo proceso de constatación, valoración y toma de decisiones cuya finalidad es optimizar el proceso de enseñanza-aprendizaje que tiene lugar desde una perspectiva humanizadora y no como mero fin calificador* (p. 35), este tipo de evaluación está centrada en el alumno, y su principal objetivo es mejorar los procesos de enseñanza-aprendizaje, todo el proceso sirve para que el alumnado aprenda más y para que el profesorado aprenda a trabajar mejor.

Los criterios de evaluación que comprenden esta unidad tienen relación no solo con la consecución de los objetivos planteados, sino que pretenden evaluar si el alumno ha alcanzado lo propuesto tanto en lo que se refiere a objetivos, actitudes y sobre todo en lo relacionado con competencias.

- Trabaja y participa en actividades de grupo mostrando responsabilidad.
- Desarrolla actitudes de crítica constructiva, confianza, interés, iniciativa, creatividad y curiosidad.
- Comprende y maneja de manera satisfactoria las tecnologías de la información y la comunicación tanto para la búsqueda de información como para compartir conocimientos.
- Comprende la relevancia social y cultural de la ciencia en la sociedad actual.
- Valora la importancia de los científicos y su relación con el progreso
- Conoce e identifica las diferentes motivaciones de los científicos.
- Desarrolla una actitud crítica antes los mensajes mostrados sobre los científicos por los medios de comunicación.

Los instrumentos utilizados para la evaluación pueden diferenciarse entre los utilizados para la evaluación de los alumnos y los utilizados para la evaluación del propio profesor.

### Evaluación del alumnado

Observación: en clase de la exposición de ideas y reflexiones de los alumnos. Utilizaremos una ficha de seguimiento personal, para recoger de forma individual las aportaciones e intervenciones del alumnado.

Producciones del alumno:

- Pretest y Postest realizados al alumnado (Anexo II )
- Cuaderno del alumno, donde quedarán recogidas las respuestas a las preguntas formuladas en la actividad de determinación de ideas previas, así como las biografías buscadas y reflexiones sobre las mismas de la actividad de Consolidación.
- Murales, en los que el profesor puede valorar el trabajo realizado por grupos en la actividad de desarrollo.
- Cuestionario de preguntas abiertas (Anexo III)

### Evaluación del docente:

La evaluación del docente es una parte esencial, y permitirá al docente reflexionar y evaluar su propia práctica. Se llevará acabo en tres momentos, antes de la Unidad didáctica, para plantear los objetivos, y programar todo lo necesario, durante la unidad didáctica, de esta manera el docente podrá ajustar la Unidad al ritmo de la clase; al final de la Unidad, donde el docente podrá llevar acabo una evaluación de los objetivos, si se han conseguido, reflexionar sobre la metodología desarrollada en las distintas actividades.

Los instrumentos utilizados para tal fin serán:

- Diario del profesor: cuaderno en el que se recogerán todos los aspectos que el profesor considere de importancia.
- Tabla de autoevaluación que se realizará al final de la unidad didáctica (incluida a continuación)

Tabla 4: Evaluación del proceso de la unidad didáctica.

<b><u>ASPECTOS A EVALUAR</u></b>	<b><u>ESCALA</u></b> ( 1 Muy inadecuada, 2 inadecuada, 3 adecuada, 4 muy adecuada)	<b><u>OBSERVACIONES</u></b>
Claridad en las explicaciones realizadas a lo largo de la propuesta didáctica		
Intervención por parte del profesor en las actividades		
Organización de espacios y materiales		
Distribución del tiempo		
Las actividades y explicaciones están adaptadas a las capacidades del alumnado		
Aprendizaje generado		
Adecuación de las explicaciones a las actividades.		
Percepción de las motivaciones del alumnado.		
Otras...		

## 5.3. INSTRUMENTOS DE RECOGIDA DE DATOS E INFORMACIÓN

### 5.3.1. Cuestionarios cerrados (Pretest y Postest).

El cuestionario como exponen García y Quintanad (2002) es el instrumento básico empleado para la recogida de información. Generalmente consiste en un listado de preguntas pre-determinadas que, con el objeto de facilitar la posterior codificación, suelen responderse mediante la elección de una opción concreta de entre todas las que se ofrecen.

Este tipo de instrumento como defiende Rodríguez (2008) cuenta con una serie de ventajas y desventajas que deberemos tener en cuenta a la hora de trabajar.

Tabla 5: Ventajas e inconvenientes de los cuestionarios

VENTAJAS	INCONVENIENTES
Posibilita el estudio tanto de hechos como de aspectos subjetivos.	Exige un gran control del trabajo de campo.
Favorece la estandarización de los datos y la comparabilidad de respuestas.	Se olvida del contexto en el que se desarrolla la acción.
Permite la obtención de un gran volumen de información en un tiempo relativamente corto.	Solo se obtiene la información que el facilite y normalmente se ciñe a opciones de respuestas previamente fijadas.
Puede adaptarse para obtener información de casi cualquier tipo de población.	La información que se obtiene está condicionada por la formulación de las preguntas y la veracidad de las propias respuestas.

Tras conocer los inconvenientes que puede plantearnos este tipo de instrumentos, concretamos una serie de alternativas, como son complementar nuestro estudio con otros instrumentos pertenecientes a la metodología cualitativa para evitar que la información fuese demasiado escasa y estuviese condicionada por las preguntas; el control del grupo de trabajo era sencillo puesto que contábamos con una muestra

pequeña, de 17 sujetos; como docentes hemos considerado el contexto y ambiente donde se han realizado los cuestionarios.

Los dos cuestionario, pretest y postet (Anexo II ), realizados y validados por el proyecto EANCYT, se aplicaron de forma colectiva en el aula y la duración de su aplicación fue de 45 minutos aproximadamente. Tanto las preguntas del pretest como del postest pertenecen al conjunto de preguntas creadas y validadas por el proyecto EANCYT, ya nombrado anteriormente. Estos dos cuestionarios presentan la misma estructura y las mismas preguntas, para poder constatar de una manera objetiva los cambios realizados en las ideas de los alumnos sobre la ciencia antes de la implementación de la propuesta y después de la misma. Ambos cuestionarios utilizan una escala Likert, empleada para preguntar varias cuestiones que compartan las mismas opciones de respuesta, en ellas el sujeto debe escoger la categoría de respuesta que represente su opinión (García Quintand, 2002).

El cuestionario del estudio está formado por seis cuestiones que tienen la misma estructura todas ellas: un texto inicial que plantea un problema y seguidamente se presentan una serie de frases que representan alternativas de posibles respuestas al problema planteado, están ordenadas y etiquetadas sucesivamente con una letra (A, B, C,etc)

Tabla 6: Ejemplo de pregunta del cuestionario

60111 La mayoría de los científicos están motivados para esforzarse mucho en su trabajo. La razón PRINCIPAL de su motivación personal para hacer ciencia es:
A. Ganar reconocimiento, ya que de lo contrario su trabajo no se aceptaría
B. Ganar dinero, porque la sociedad presiona a los científicos a esforzarse por recompensas económicas
C. Adquirir un poco de fama, dinero y poder, porque los científicos son como todos los demás
D. Satisfacer su curiosidad sobre el mundo natural, porque les gusta aprender más y resolver los misterios del universo físico y biológico.

E. Resolver curiosos problemas para conocimiento personal y descubrir nuevas ideas o inventar cosas para beneficio de la sociedad
F. Inventar y descubrir nuevas cosas, desinteresadamente, para la ciencia y la tecnología.
G. Descubrir nuevas ideas o inventar cosas para beneficio de la sociedad
H. No es posible generalizar porque la motivación principal de los científicos varía de uno a otro.

El método de respuesta es múltiple en el cual cada alumno debe valorar su grado de acuerdo personal con cada una de esas frases, escribiendo sobre el cuadro de la izquierda de la frase el número que representa su opinión expresado en una escala de 1 a 9 (Vázquez y Manassero, 1999). Este tipo de formato, permite a los participantes expresar sus puntos de vista sobre una amplia gama de aspectos de cada tema.

Los alumnos deben valorar su grado de acuerdo personal con cada una de estas frases escribiendo sobre el cuadro a la izquierda de la frase el número que representa su opinión, expresado en un escala de 1 a 9 con los siguientes significados.

Tabla 7: Agrupación de las respuestas del alumnado

DESACUERDO				INDECISO	ACUERDO				OTROS	
Total	Alto	Medio	Bajo		Total	Alto	Medio	Bajo	No entiendo	No se
1	2	3	4	5	6	7	8	9	E	S

## Muestra

La muestra de este estudio cuenta con diecisiete alumnos del centro público Domingo de Soto ubicado en la comunidad de Castilla y León en la provincia de Segovia.

El colegio se encuentra en el centro de la ciudad lo que presenta continuos problemas de circulación y escasos aparcamientos para los vehículos. El nivel económico se considera medio-alto. Los servicios con los que cuenta son el de madrugadores y comedor también cuenta con jornada continua y una sección bilingüe

El centro cuenta con tres unidades de Educación Infantil y seis unidades de Educación Primaria de una sola línea.

Los alumnos pertenecían al 3º ciclo de Educación Primaria, en concreto 5º de primaria, por lo que la edad de los participantes oscilaba entre los 10 y 11 años. El 70% de los alumnos son chicas frente al 30% de la muestra que son chicos.

## Temporalización:

Todas las actividades se realizaron durante el tercer trimestre del curso escolar 2011/2012, tal y como se recoge en la tabla:

Tabla 8: Temporalización de la propuesta didáctica

<b>Actividades</b>	<b>Temporalización</b>	<b>Personas</b>
Pretest.	Abril 2012.	Tutora.
Implementación de Unidad Didáctica.	21-25 de mayo 2012.	Tutora e investigador.
Postest.	Junio 2012.	Tutora.

### 5.3.2. Cuestionarios de preguntas abiertas

Según Fernández (2001) el cuestionario de preguntas abiertas es un modelo que propicia la integración dialéctica sujeto-objeto considerando las diversas interacciones entre la persona que investiga y lo investigado.

Este tipo de cuestionario presenta unas características comunes con la entrevista estructurada de preguntas cerradas, como son (Lucca y Berrios 2003):

- Es una extensión de una conversación normal con la diferencia de que uno escucha para entender el sentido de lo que el entrevistador dice.
- Los entrevistadores están inmersos en la comprensión, en el conocimiento y en la percepción del entrevistado.
- Tanto el contenido de la entrevista como el flujo y la selección de los temas cambia de acuerdo con lo que el entrevistado conoce y siente.

El cuestionario que se presenta en este trabajo (Anexo III) es de preguntas abiertas, las preguntas están elaboradas con anticipación y se plantean a los alumnos con cierta sistematización, pero a la vez el alumno tiene que construir las respuestas de manera propia, es más flexible y el investigador pretende entender más que recoger meros datos (Vargas, 2012)

Además se trata de un tipo de cuestionario individual, los alumnos son elegidos al azar, en este caso 3 alumnos, para disponer de una muestra significativa de la clase. La realización de estas cuestionario se produjo en un ambiente familiar a los alumnos, su propio colegio y con una atmosfera distendida y flexible.

Con este instrumento además de conocer los resultados y opiniones sobre la propuesta didáctica implementada, se busca que los alumnos reflexionen sobre los conocimientos aprendidos. Además las preguntas respondidas por los alumnos entrevistados hacen referencia a las partes que ellos han considerado más relevantes y menos relevantes de la unidad, así como las dificultades que han encontrado y los conocimientos más importantes que han adquirido. Debemos utilizar los resultados también como una forma de autoevaluación por parte del alumnado y así poder conocer los puntos débiles y fuertes de la propuesta con el fin de mejorarla en próximas ocasiones.

### 5.3.3. Análisis de contenido

A través de una serie de actividades recogidas en la Unidad Didáctica “Mamá quiero ser científico” analizamos las producciones de los alumnos. El material presentado por el alumno consiste en:

- Cuartilla con 3 aspectos físicos y 3 aspectos personales de un científico (Actividad de introducción de nuevos puntos de vista)
- Respuestas a una batería de 6 preguntas (Actividad de exploración)

Para poder analizar las respuestas a estas preguntas como defiende Rodríguez (1999) se hace necesario crear una serie de categorías en forma de pregunta para facilitar su análisis: **¿En qué consiste el trabajo de un científico?, ¿Les gusta su trabajo?, ¿Qué científicos conoces?, ¿Por qué los conoces? ¿Me gustaría ser científico?, ¿Por qué si o por qué no?.**

- Puesta en común de las motivaciones de un científico tras la lectura de los textos 2,3, 4,5 y 6 (Actividad de síntesis I y Actividad de consolidación).
- Dibujos que representan a un científico (Actividad de síntesis II).

Decidimos realizar el análisis de los dibujos al considerar relevante para nuestra investigación conocer los rasgos personales de los científicos que los alumnos plasmaban a través de los dibujos, además de saber la facilidad que supone para el alumnado expresar su opiniones e ideas a través de los dibujos.

Para analizar las cualidades de los dibujos nos basamos en una **dimensión personal** que engloba las características que se refieren a los rasgos personales de los científicos y una **dimensión situacional** que se refiere a los detalles del entorno que le rodean, basándonos en anteriores estudios realizados por Vázquez y Manassero (1998) y Rubio (2011).

La dimensión personal comprende las siguientes categorías: **Actitud, Objetos personales, Cara, Cabello, Ojos, Vestido y Actividad**, además añadiremos la categoría **Actitud y Semblante**. La dimensión situacional: **Ambiente, los Muebles y Objetos científicos**. La categoría Actitud se refiere a la apariencia general del científico. La categoría Objetos personales hace referencia al conjunto de complementos de adorno personales que aparecen en el dibujo. La categoría Cara se centra en el reflejo

de la edad del científico. La categoría Ojos se centra en apreciar la ausencia o no de gafas. La categoría Vestido se refiere a la presencia de la bata de laboratorio. La categoría Actividad se refiere a la disposición activa o pasiva del científico. La categoría Actitud y Semblante hace referencia a la motivación y actitud que muestra el científico hacia su trabajo. La categoría Ambiente analiza el lugar donde aparece situado el científico. La categoría Muebles hace referencia a la presencia de elementos de uso no científico, mientras que la categoría Objetos científicos se centra en la presencia de estos mismos en el dibujo.

#### **5.3.4. Observación participante**

Como señala Bunge (2007), la observación es el procedimiento empírico elemental de la ciencia que tiene como objeto de estudio uno o varios hechos o fenómenos de la realidad actual.

Nosotros contemplamos la observación como una recopilación de datos y como defienden Campos y Martínez (2012), debemos tener en cuenta:

1. Que debe ser empleada con el fin de garantizar validez y confiabilidad
2. Que se requieren habilidades y destrezas por parte de quien observa
3. Que debemos sobrepasar lo analógico de lo analítico.

Campos y Martínez (2012) realizan una clasificación de las modalidades de observación existentes:

- Observación de laboratorio: desarrollada en espacios que permiten la reproducción de hechos.
- Observación no participante: se trata de una observación realizada por agentes externos que no tienen intervención alguna dentro de los hechos.
- Observación participante: en la cual el investigador se involucra dentro de los procesos de quienes observa y es plenamente adecuado.
- Observación no estructurada: consiste en observar sin tener en cuenta los indicadores que guían el proceso.
- Observación estructurada: se trata de una observación metódica apoyada por instrumentos como la guía de observación y el diario de campo.

Decidimos utilizar la observación participante para completar nuestra metodología, ya que creemos que como docentes nos resultaría complejo realizar una observación en un aula en la cual no tomásemos parte. Por todo esto decidimos que la implementación de la propuesta didáctica fuese llevada a cabo por nosotros mismos ya que conocíamos mejor los objetivos que nos habíamos propuesto. Para conseguir una observación sistemática, utilizamos un anecdotario donde tomamos nota de diferentes aspectos observados en el aula que llamaron nuestra atención.

Además contamos con la ayuda de la tutora del aula, que nos permitió tener mayor información del alumnado y a la vez contar con un observador externo, permitiéndonos una mayor objetividad y visión.

## 6. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS:

### 6.1. VALORACIÓN DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS PARA CONOCER LAS IDEAS PREVIAS DEL ALUMNADO

Esta propuesta didáctica nos ha permitido conocer las ideas previas de los alumnos a través de las diferentes actividades que hemos realizado. Nuestro objetivo en este apartado de análisis de resultados, es comprobar si la propuesta presentada permite conocer las concepciones y conocimientos previos que el alumnado posee y si ha servido para trabajar a partir de estas y cambiar algunas de ellas.

El análisis de los resultados obtenidos, nos permite afirmar que las actividades realizadas facilitan el conocimiento de los conceptos que poseen los alumnos respecto a la Naturaleza de Ciencia y más en concreto la figura del científico. Como explicábamos anteriormente, es necesario conocer la base de conocimientos de la cual partimos para que de esta manera seamos capaces de conocer los condicionantes a los que los alumnos están sometidos, así como construir y modificar a partir de ahí los nuevos conocimientos, basándonos en autores como Bruner (1991) o Coll (1995), que defienden que el conocimiento es un proceso activo en el cual el alumno construye y adquiere nuevos conceptos basándose en sus conocimientos anteriores - constructivismo-.

Analizando los resultados del cuestionario realizado antes de implementar la unidad didáctica, podemos destacar el acuerdo y desacuerdo mostrado por el alumnado, las respuestas fueron agrupadas en cuatro categorías: Acuerdo, indecisión, desacuerdo y otras. Los resultados completos pueden observarse en las tablas del anexo IV

La primera pregunta enunciada como *La mayoría de los científicos están motivados para esforzarse mucho en su trabajo. La RAZÓN principal de su motivación personal para hacer ciencia es* (60111), entre las respuestas se incluyen dos respuestas aceptables, tres respuestas plausibles y tres respuestas ingenuas.

Como se puede observar en la tabla 9 Las dos respuestas adecuadas (A y H) se centran en las motivaciones de un científico referidas al reconocimiento y la imposibilidad de generalizar por la gran variedad de motivaciones principales. Fueron aceptadas por un 88% de los alumnos (47% y 41% respectivamente)

Las respuestas plausibles que generaron mayor acuerdo entre los estudiantes (94%) consideran que la principal motivación de los científicos es la de satisfacer su curiosidad y aprender más (D y E)

De las tres respuestas ingenuas que aparecen en la pregunta, la que recogió un mayor acuerdo entre los estudiantes (94%) enunciaba que la motivación de los científicos estaba basada en descubrir nuevas ideas en beneficio de la sociedad (G), mientras que las otras respuestas ingenuas (B) hacían referencia a que los científicos se veían presionados por las posibles recompensas económicas, fue considerada inadecuada por un 76% del alumnado.

Por lo tanto, podemos afirmar que el acuerdo total entre los estudiantes mostraba como principal motivación de un científico el descubrir nuevas ideas para el beneficio de la sociedad.

Tabla 9 Porcentajes de respuesta a la pregunta 60111 (Ac: aceptable; I: Ingenua; P: Plausible)

CATEGORIAS	ÍTEMS	DESACUERDO (1-4)	INDECISO (5)	ACUERDO (6-9)	OTRAS
Ac	A	29%	23%	47%	
I	B	76%	6%	18%	
P	C	47%	18%	35%	
P	D	6%		94%	
P	E		6%	94%	
I	F	12%	18%	70%	
I	G		6%	94%	
Ac	H	12%	41%	41%	6%

La segunda cuestión expone que, *Ciertas características personales pueden ser importantes en ciencia (por ejemplo, ser de mentalidad abierta, lógico, imparcial, objetivo). Los científicos tienen estas características, no sólo en su trabajo, sino también en su vida familiar* (60221) las respuestas a esta pregunta están clasificadas en una respuestas aceptable, tres plausibles y dos ingenuas.

Como podemos apreciar en la tabla 10, la respuesta adecuada (D) explica la imposibilidad de suponer que los científicos tienen estas características en su trabajo o en su casa en mayor medida que el resto de las personas y fue aceptada por un 41% de los alumnos.

La respuesta que obtuvo mayor aceptación entre el alumnado (70%) fue uno de los ítems categorizado como ingenua (A) que hace referencia a que estas características están presentes en el trabajo de un científico así como en su vida diaria.

Y la menos aceptada (59%) entre el alumnado se trata de la otra respuesta ingenua (B) que defendía que los científicos no tenían estas características en su casa, pero sí en su trabajo

Por tanto podemos afirmar que el alumnado considera que la lógica, imparcialidad y el ser objetivo son características que el científico posee y muestra tanto en su trabajo como en su casa.

Tabla 10: Porcentajes de respuesta a la pregunta 60221(Ac: aceptable; I: Ingenua; P: Plausible)

CATEGORIAS	ÍTEMS	DESACUERDO (1-4)	INDECISO (5)	ACUERDO (6-9)	OTRAS
I	A	12%	18%	70%	
P	B	59%		41%	
P	C	6%	35%	59%	
Ac	D	29%	29%	41%	
P	E	23%	12%	65%	
I	F	53%	6%	23%	18%

El tercer interrogante enuncia: *Ciertas características personales pueden ser importantes en ciencia (por ejemplo ser de mentalidad abierta, lógico, imparcial, objetivo, honrado). En su vida familiar los científicos tienen esas características personales EN MAYOR MEDIDA que otras personas en su vida familiar (60222)*. Esta pregunta consta de una respuesta aceptable, dos respuestas plausibles y cuatro respuestas ingenuas.

Si reparamos en los porcentajes mostrados en la tabla 11 La respuesta aceptable (E) vuelve a centrarse en la imposibilidad de suponer que los científicos tienen estas características en su trabajo o en su casa en mayor medida que el resto de las personas y fue aceptada por un 53% de las respuestas, alcanzando de esta manera la respuestas con mayor acuerdo. Pero hemos de destacar que comparte el mayor acuerdo (53%) con una pregunta categorizada como ingenua (C) que explica que los científicos pueden tener estas características un poco más que el resto de personas.

Cabe destacar la gran cantidad de respuestas indecisas registradas en esta pregunta y que aparecen en todas las respuestas con altos porcentajes (29%, 23%), lo que nos lleva a pensar que los alumnos no entendieron bien la pregunta o no se fijaron en la distinción con la anterior.

Tabla 11: Porcentajes y frecuencias de respuesta a la pregunta 60222. (Ac: aceptable; I: Ingenua; P: Plausible)

CATEGORIAS	ÍTEMS	DESACUERDO (1-4)	INDECISO (5)	ACUERDO (6-9)	OTRAS
I	A	29%	29%	35%	6%
I	B	35%	18%	41%	6%
I	C	23%	18%	53%	6%
P	D	23%	23%	47%	6%
Ac	E	23%	23%	53%	
P	F	18%	29%	53%	
I	G	41%	29%	29%	

La cuarta cuestión enuncia que *Los científicos son honrados en su trabajo de investigación (por ejemplo, cuando escriben un informe de investigación)* (60226). Entre las posibles respuestas se encuentran dos aceptables, dos plausibles y tres respuestas ingenuas.

Analizando los resultados de la tabla 12, las dos respuestas aceptables (E y G) versan sobre la imposibilidad de generalizar en la honradez de los científicos defendiendo que dependerá de la persona, fueron aceptadas por un 41% y 65% respectivamente.

En cuanto a la respuesta con mayor acuerdo recogido (94%) categorizada dentro del grupo de respuestas ingenuas, defiende que los científicos son honrados en su trabajo porque éste repercute en el bienestar de la sociedad (C), seguida por un 70% de respuestas que muestran acuerdo con las otras dos respuestas ingenuas, referidas a que los científicos necesitan ser honrados por la exactitud y precisión que reclaman sus resultados y la honradez que todo el mundo posee (A y B).

Observando los resultados, podemos afirmar que el grupo de alumnos, considera como mayor signo de honradez el hecho de que los resultados de los científicos afecten a la sociedad, por lo que nos permite conocer la importancia que el alumnado otorga a la figura del científico y de su trabajo dentro de la sociedad.

Tabla 12: Porcentajes de respuesta a la pregunta 60226. (Ac: aceptable; I: Ingenua; P: Plausible)

CATEGORIAS	ÍTEMS	DESACUERDO (1-4)	INDECISO (5)	ACUERDO (6-9)	OTRAS
I	A	12%	18%	70%	
I	B	12%	18%	70%	
I	C	6%		94%	
P	D	6%	23%	65%	6%
Ac	E	29%	23%	41%	6%
P	F	41%	12%	41%	6%
Ac	G	12%	23%	65%	

La quinta pregunta expone que *Los científicos no tienen prácticamente vida familiar o social porque necesitan estar profundamente metidos en su trabajo* (60411). Las posibles respuestas recogen tres respuestas aceptables, una plausible y una respuesta ingenua.

Si observamos la tabla número 13, podemos constatar que una de las respuestas aceptables (D) que hace referencia a que la vida familiar del científico debe de ser normal pues de lo contrario el trabajo del científico se vería afectado, recoge un acuerdo del 76% convirtiéndose en el ítem que más acuerdo recoge en esta pregunta.

Cabe destacar que la segunda respuesta que muestra mayor acuerdo entre los estudiantes (70%), es la única categorizada como ingenua (A) que defiende que los científicos necesitan estar profundamente metidos en su trabajo y no pueden tener vida familiar.

Las otras dos respuestas aceptables (B y E) se centran en la idea de que la vida familiar depende de cada persona, pero que en general hay pocos científicos que vivan encerrados en su trabajo, recogen un acuerdo de 53% y 35% respectivamente.

Nos llama la atención que el alumnado esté de acuerdo en afirmar que los científicos poseen vida familiar y ésta les ayuda en su trabajo y a la vez afirme que los científicos necesitan gran concentración en su trabajo y por ello no puedan tener vida familiar.

Tabla 13: Porcentajes de respuesta a la pregunta 60411. (Ac: aceptable; I: Ingenua; P: Plausible)

CATEGORIAS	ÍTEMS	DESACUERDO (1-4)	INDECISO (5)	ACUERDO (6-9)	OTRAS
I	A	6%	23%	70%	
Ac	B	29%	18%	53%	6%
P	C	23%	6%	59%	6%
Ac	D	18%	6%	76%	
Ac	E	53%	12%	35%	

La última pregunta defiende que *Los científicos compiten por obtener ayudas económicas para la investigación y por quién será el primero en hacer un descubrimiento. A veces, esta competencia feroz hace que los científicos actúen en secreto robando las ideas de otros científicos, y presionando por el dinero. En otras palabras, a veces los científicos ignoran los ideales o las reglas de la ciencia (tales como compartir los resultados, la honradez, la independencia, etc)* (70411) Las respuestas posibles a esta pregunta se categorizan en una respuesta aceptable, una ingenua y tres respuestas plausibles.

Centrándonos en los resultados de la tabla 14, podemos comprobar que la respuesta aceptable (D) referida a que la falta de ética dependerá de la persona, recoge un acuerdo del 59% del alumnado, mientras que la respuesta plausible (A) que defiende la idea de que esa competitividad es necesaria y justifica la falta de ética, obtiene un acuerdo del 70% de las respuestas analizadas, siendo la más elevada de la pregunta.

Seguidamente con un 65% de los alumnos mostrando su acuerdo, se encuentra la respuesta ingenua (E) que defiende que no existe competitividad entre los científicos y que todos colaboran y cooperan entre ellos.

El mayor desacuerdo (35%) se recoge en el ítem C que defiende que los científicos no tienen en cuenta los medios para alcanzar los fines.

Tabla 14: Porcentajes de respuesta a la pregunta 70411. (Ac: aceptable; I: Ingenua; P: Plausible)

CATEGORIAS	ÍTEMS	DESACUERDO (1-4)	INDECISO (5)	ACUERDO (6-9)	OTRAS
P	A	12%	18%	70%	
P	B	18%	23%	59%	
P	C	35%	6%	59%	
Ac	D	18%	18%	59%	6%
I	E	23%	12%	65%	

Además de realizar el cuestionario inicial, decidimos comenzar la unidad con unas actividades de introducción a nuevos puntos de vista que nos permitieron conocer las ideas de partida del alumnado en otros formatos. Se les indicó a los alumnos que tras la lectura del Texto 1 (Anexo I) escribieran en un folio tres características físicas de los científicos y tres características sobre la personalidad de los mismos, tanto el tutor como el investigador se mantuvieron al margen y no realizaron ninguna intervención, además la actividad se realizó de forma individual para de esta forma evitar condicionar o influir sobre las respuestas.

Durante la realización de la actividad algunos alumnos intentaron preguntarnos y persuadirnos para que les ayudásemos a buscar seis características que pedía la tarea, en muchos casos explicaron que ellos tenían en la cabeza el dibujo o la imagen de un científico pero que no sabían explicarlo.

Decidimos incluir esta parte de características físicas de los científicos en nuestro estudio, a pesar de que nuestra propuesta didáctica se centra en las motivaciones de los científicos, ya que pensamos que podríamos encontrar rasgos pertenecientes a la personalidad y motivaciones de los científicos reflejados en su apariencia física. Puesto que la última actividad consistía en realizar un dibujo de los científicos, consideramos oportuno pedirles a los alumnos que especificasen tres características físicas de los científicos, para poder compararlas con los resultados obtenidos después de la implementación de la unidad didáctica.

Tras en análisis de los resultados que conciernen a la apariencia física de los científicos, como podemos observar en la tabla 15, los alumnos han destacado:

Como elementos que posee el científico, la bata blanca de laboratorio aparece con la frecuencia más alta (94%) después las gafas (47%), seguido de los guantes (41%).

Podemos apreciar que no hacen demasiada incidencia sobre el resto de la ropa y solo son dos casos en los que se nombran los pantalones largos.

En cuanto al pelo, los alumnos lo caracterizan como canoso (18%) y desaliñado respectivamente (35%).

Tras el análisis de estos primeros resultados podemos decir que la imagen del científico que poseen los alumnos de forma general, es la de un científico de baja estatura, con pelo canoso y alborotado, vestido con una bata blanca de laboratorio, gafas y guantes, comprendemos que es una imagen que se corresponde con el estereotipo de científico, reforzada por libros, dibujos y revistas que los alumnos tienen a su alcance.

Tabla 15: Porcentajes y frecuencias sobre la apariencia del científico

<b>APARIENCIA FISICA</b>	<b>FRECUENCIAS (Casos)</b>	<b>PORCENTAJES</b>
Pelo blanco	3	18%
Pelo desaliñado	6	35%
Gafas	8	47%
Bata blanca de laboratorio	16	94%
Guantes	7	41%
Baja estatura	3	18%
Pantalones Largos	2	12%
Corbata	4	23%
Con barba	2	12%

Si nos centramos en las características sobre los rasgos personales de los científicos destacados por los alumnos (tabla 16) podemos observar:

La mayoría de los alumnos han relacionado la personalidad de un científico, con un carácter cerrado y que se relaciona solo con otros científicos (59%), también aparecen características que aluden a la inteligencia del científico (35%) y a su obsesión por el trabajo (35%).

Los estudiantes señalan también la idea de que los científicos muestran rasgos curiosos (23%), serios (23%) y algo que resulta significativo, algunos de los alumnos describen al científico como una persona sin familia (23%).

En términos generales la unidad nos ha permitido conocer la idea que los alumnos asocian a la figura del científico, resaltan características positivas como son las inteligencia, curiosidad y seriedad, pero a la vez ligándolo a la obsesión por el trabajo y la poca relación con personas fuera de su círculo profesional.

Incidir también en los 3 casos asociados a la valentía de los científicos y el caso que nos llamó la atención sobre la faceta divertida de los científicos por ser el único.

Tabla 16: porcentajes y frecuencias sobre las características personales de los científicos

<b>PERSONALIDAD</b>	<b>FRECUENCIA (Casos)</b>	<b>PORCENTAJES</b>
Personas cerradas e insociables	10	59%
Listos	6	35%
Locos	4	23%
Curiosos	4	23%
Obsesionados con su trabajo	6	35%
solitarios	3	18%
valientes	3	18%
No tienen familia	4	23%
Precavidos	2	12%
Divertidos	1	6%
Serios	4	23%
Imaginativos	1	6%
Raros	3	18%

## **6.2. ANALISIS DE LAS ACTIVIDADES DE SÍNTESIS DE LA PROPUESTA DIDÁCTICA**

En la clase estuvimos tratando las motivaciones de los científicos a través de una lluvia de ideas para conocer las concepciones que los alumnos poseían sobre las razones por las cuales un científico se dedica a su trabajo, tras esa actividad se comentó con los estudiantes las diferentes motivaciones que podía tener un científico.

Las actividades nos permitieron conocer ideas interesantes relacionadas con los conceptos que los alumnos tenían sobre lo que para ellos era estar motivado, algunos alumnos explicaron que estar motivado significaba estar contento porque te gustaba tu trabajo, a lo que otros rebatieron que en ocasiones el trabajo te gusta pero no todas sus partes. También se comentó en forma de asamblea las posibles motivaciones que tenía un científico para dedicarse a su trabajo y aparecieron opiniones muy diversas que abarcaban tanto motivaciones personales, económicas, familiares... Los alumnos expusieron que la mayoría de los científicos disfrutaba con su trabajo, pero que eran personas que no podían dedicar su tiempo a otras aficiones, porque debían de estar investigando de forma continua.

Al conocer estas concepciones sobre los científicos, preguntamos a los estudiantes cuáles habían sido sus fuentes de conocimiento sobre los científicos; la mayoría de las respuestas se centraban en los medios de comunicación, en especial la televisión, algunos alumnos expusieron que en algunos libros que habían leído aparecían científicos y que habían oído hablar de Einstein como científico importante, porque había descubierto muchas cosas.

Para recoger la información que se había trabajado durante la clase, explicamos a los alumnos que debían de contestar a una serie de preguntas.

Las primeras cuestiones se centraron en la figura del científico, y en los científicos famosos que los alumnos conocían, como podemos apreciar en la tabla 17, la mayoría de las respuestas se centraron en Albert Einstein (82%), pero el hecho de que se comentasen ideas previas en clase sobre científicos hace que el conocimiento de este científico pueda ser fruto de lo tratado en clase antes de comenzar esta actividad.

Las razones que el alumnado expuso, nos permitieron conocer sus opiniones y cumplir uno de los objetivos propuestos al principio de la unidad didáctica, que el alumno conozca las motivaciones de los científicos. En relación con la pregunta de por qué conocían a los científicos, como se observa en la tabla 10, se centran fundamentalmente en el conocimiento otorgado por los libros (29%), y los medios de comunicación (18%) como se observa en la tabla 18, nos resultó desconcertante esta respuesta puesto que la mayoría de los alumnos había elegido la televisión como principal medio de conocimiento de los científicos.

Destacar una de las respuestas en las que el alumno razona que el conocimiento sobre los científicos es importante para poder llegar a ser un científico, mostrando así que su interés por la ciencia y los científicos estaba basado en sus perspectivas de futuro.

Tabla 17: porcentajes y frecuencias de respuesta sobre Científicos famosos que conoces y por qué

<b>CIENTIFICOS</b>	<b>FRECUENCIAS</b>	<b>PORCENTAJES</b>
Albert Einstein	14	82%
Newton	1	6%
Ninguno	2	12%

Tabla 18: porcentajes y frecuencias de respuesta sobre las razones de por qué se conoce a los científicos

<b>RAZONES</b>	<b>FRECUENCIAS</b>	<b>TOTAL</b>
Noticias en la televisión	3	18%
Me lo contaron en clase	2	12%
Libros	5	29%
Porque hicieron grandes descubrimientos	3	18%
Porque son famosos	3	18%
Porque si quiero serlo tengo que conocerlo	1	6%

En las preguntas referidas al trabajo del científico (tabla 19) las respuestas recogen que un 59% de los alumnos, considera que la parte fundamental del trabajo de un científico está en descubrir cosas nuevas, no se trabaja sobre investigaciones ya realizadas, si no sobre el descubrimiento novedoso. En consecuencia a estas respuestas, los alumnos consideran que el científico debe estar continuamente creando nuevas ideas, lo cual es una gran responsabilidad y tiene que ser imaginativo y creativo de forma continua; lo que puede conducirles a pensar que solo pueden ser científicos e investigar las personas con estos rasgos personales.

Las ideas que los alumnos expresan a través de sus respuestas, inciden en que el trabajo de un científico es costoso, requiere inteligencia y curiosidad, por lo que comprenden que el trabajo de un científico necesita dedicación, tiempo y esfuerzo. Además de reconocer que su trabajo tiene relación con la sociedad y la vida en general. Consideramos este último aspecto de gran importancia, puesto que desarrolla uno de los objetivos de la unidad didáctica, que es el que los alumnos valoren el papel de los científicos dentro de la sociedad, por lo que podemos afirmar que el desarrollo de estas actividades permite al alumno acercarse al funcionamiento de la sociedad en la que vive y más en concreto en los aspectos relacionados con la ciencia.

Podemos destacar el escaso porcentaje de respuestas que hacen referencia a la diversión y disfrute que supone su trabajo para un científico (6%), en consecuencia el alumnado considera que el trabajo de un científico no está relacionado con el disfrute y por lo tanto no atribuyen rasgos como la alegría o el sentido del humor a la personalidad del científico.

Tabla 19: Porcentajes y frecuencias de respuestas a la pregunta ¿Cuál es el trabajo de los científicos?

<b>TRABAJO</b>	<b>FRECUENCIAS</b>	<b>TOTAL</b>
Descubrir cosas nuevas	10	59%
Avanzar en la tecnología	1	6%
Estudiar mucho	1	6%
Hacer experimentos	1	6%
Ser curiosos	1	6%
Ayudar a la vida	2	12%
Pasárselo bien	1	6%

Una de las preguntas que más interés nos causó y que consideramos que está más relacionada con lo que habíamos trabajado en la clase, fue la cuestión en la cual se preguntaba al alumnado cuales eran las motivaciones de los científicos que les llevaron a elegir su trabajo.

Como podemos observar en la tabla 20, el 76% de los alumnos afirman que a los científicos les gusta su trabajo, lo que muestra la idea predominante entre el alumnado, de que la mayoría de los científicos se sienten motivados positivamente hacia su trabajo.

Las razones de esta motivación hacia el trabajo son diversas como se muestra en los datos recogidos en la tabla 21, aparece la necesidad de los científicos de descubrir cosas nuevas (29%), su curiosidad (23%). Nos llama la atención la respuesta dada por dos alumnos que respondieron que a los científicos les gusta su trabajo porque es para toda la vida y si no lo dejarían, es una respuesta poco predominante pero muestra la idea de realizar un trabajo o elegir una profesión atendiendo al gusto por ese trabajo, no a motivos relacionados con el dinero, prestigio, posición social...

Los alumnos entienden como mayor motivación por parte de un científico para dedicarse a su profesión el gusto y buena actitud hacia la ciencia (35%), seguido de la idea de que eligieron esta profesión porque el resto no les atraía de la misma manera (23%), de manera decreciente dan otras respuestas como la intención o curiosidad de descubrir nuevas cosas (18%), porque son inteligentes (6%), valientes (6%)...

Podemos constatar de esta forma, que los alumnos aseguran que los científicos disfrutaban con su trabajo, pero prima la idea de que es necesario ser bueno en ciencia y matemáticas para poder llegar a ser científico. Otras características como la curiosidad, constancia, interés quedan relegadas a un segundo plano. Por ello, la evaluación que hicieron los alumnos sobre la unidad didáctica reflejaba en muchos casos la falta de interés por la ciencia, debido a una mala trayectoria académica del alumnado.

Tabla 20: Porcentajes y frecuencias de respuesta a la pregunta ¿Les gusta a los científicos su trabajo?

<b>RAZONES</b>	<b>FRECUENCIAS (Casos)</b>	<b>TOTAL</b>
Si, porque es muy interesante descubrir cosas nuevas	5	29%
Si, porque tiene curiosidad	4	23%
Si, porque es para toda la vida así que tiene que gustarles	2	12%
Si, porque les gusta la ciencia	2	12%
Algunos si y otros no	3	18%
No	1	6%

Tabla 21: Porcentajes y frecuencias de respuesta a la pregunta ¿Por qué les gusta a los científicos su trabajo.

<b>RAZONES</b>	<b>FRECUENCIAS (Casos)</b>	<b>TOTAL</b>
Porque querían descubrir cosas nuevas	3	18%
Porque no les gustaba otra profesión	4	23%
Porque les gustaba la ciencia y se les daba bien desde pequeños	6	35%
Porque querían mejorar la vida	1	6%
Porque eran valientes	1	6%
Porque les gustaban las matemáticas	1	6%
Porque eran inteligentes	1	6%

Otra de las preguntas que consideramos más relevantes en relación con nuestro estudio es la que se centra en conocer si a los alumnos les gustaría dedicarse a la ciencia en su futuro profesional y sus argumentos. Analizando los datos de la tabla 22 podemos afirmar que el porcentaje de respuestas que afirman querer ser científicos (29%) era menor que los que respondían que no querían realizar una profesión relacionada con la

ciencia (59%). Un 12% admitía no saber aun si querían ser científicos o dedicarse a otra profesión.

A pesar de que los alumnos consideran que los científicos se sienten motivados y que su trabajo es un trabajo interesante en el cual se descubren cosas nuevas, entre los alumnos predomina la idea de dedicarse a otras profesiones. En algunos casos las razones que dan para ello son, la falta de información real sobre el trabajo de un científico y la formación necesaria, en la mayoría de los casos (18%) la razón que predomina es la falta de actitudes hacia las asignaturas de ciencias: matemáticas y conocimiento del medio y la dificultad que éstas entrañan (18%) (tabla 22).

Por tanto, las razones de su negativa ante la pregunta planteada se centraban, sobre todo, en la dificultad general de las ciencias y el hecho de que en la actualidad no fuesen buenos alumnos en matemáticas. Lo que confirma el estereotipo sobre la idea de que para ser científico requiere una buena actitud académica hacia materias relacionadas con la ciencia.

Tabla 22: Porcentajes y frecuencias de respuestas a la pregunta: ¿Serías científico de mayor?

<b>RAZONES</b>	<b>FRECUENCIAS (Casos)</b>	<b>TOTAL</b>
Si, porque me divierte	1	6%
Si, porque quiero mejorar la vida	1	6%
Si, porque todo lo que nos rodea es ciencia	1	6%
Si, porque quiero aprender más cosas	2	12%
No lo se	2	12%
No, porque no me interesa	2	12%
No, porque se me dan mal las matemáticas	3	18%
No, porque tienes que estudiar mucho	1	6%
No, porque es aburrido	2	12%
No, porque la ciencia es muy difícil	2	12%

Otra de las actividades de síntesis que se desarrolla en la unidad didáctica, nos permite trabajar con las biografías de distintos científicos que los alumnos trajeron a clase.

La mayoría de los alumnos explicaron que habían realizado la búsqueda de información a través de internet, por lo que la actividad permitió trabajar otro de los objetivos de la unidad didáctica que consistía en el uso de las tecnologías de la información y la comunicación como fuente de información. También aparecieron casos de alumnos que habían utilizado enciclopedias y libros que tenían en sus casas y otros que habían pedido ayuda a familiares. Por lo que podemos constatar que la propuesta didáctica permite el uso de diferentes fuentes de información, permitiendo desarrollar diferentes competencias básicas.

En lo que se refiere a las biografías que buscaron los alumnos, podemos afirmar que muchos de ellos coincidieron en el científico elegido, los más repetidos fueron: Einstein, Marie Curie, Newton, Edison, Pasteur.

Cabe destacar, que esta actividad fue una de las motivadoras para los alumnos, con un alto grado de implicación y participación, en todo momento se mostraron comunicativos y centrados en el tema que se estaba tratando.

Además, no solo mostraron interés con las biografías que cada uno había buscado, si no con las del resto de compañeros, y ellos mismos fueron quienes propusieron realizar una pequeña exposición de la información buscada por cada uno, para de esta manera conocer más científicos.

Estas observaciones nos permiten afirmar que la propuesta didáctica es eficaz para trabajar los objetivos planteados al comienzo de este estudio, como por ejemplo mejorar y promover la motivación del alumnado hacia la ciencia y más en concreto hacia los científicos.

El trabajo con los textos proporcionados resultó sencillo, rápidamente localizaron y analizaron las motivaciones de los científicos que en ellos se representaban. En el caso de las biografías hubo algunas dificultades debidas a la complejidad del vocabulario y la falta de claridad en la presentación de las motivaciones de los científicos, lo que nos lleva a contemplar la posibilidad de desarrollar esta propuesta de forma que abarque

diferentes áreas del currículo, como puede ser el Área de Lengua castellana y Literatura. Trabajar las motivaciones de los científicos de forma multidisciplinar, podría ayudarnos a resolver esas dificultades surgidas y contribuiría a crear una conexión entre todas las materias, trabajando a la vez un aspecto concreto de la naturaleza de la ciencia.

Tras finalizar la lectura de las biografías, la mayoría de los alumnos admitieron que muchas de las cosas leídas no las conocían e incluso les extrañaban, puesto que creían que la vida de un científico se limitaba a estar en un laboratorio rodeado de experimentos y no se relacionaban con nadie o no tenían aficiones fuera de la ciencia.

Tras la lectura del texto 4, los alumnos llegaron a la conclusión de que el trabajo de los científicos era agradable y motivador al igual que muchos otros como los actores, músicos, pintores; la comparación con el resto de profesionales hizo que los alumnos encontrasen un símil para estos profesionales que consideraban tan alejados del resto de la sociedad.

Destacar algunas de las intervenciones de los alumnos, en las cuales explicaron al resto de sus compañeros que muchos de los científicos de hoy en día no eran conocidos porque no había hecho grandes descubrimientos, pero ayudaban día a día a descubrir y mejorar la vida.

Llama la atención la sorpresa e incredulidad de algunos alumnos, sobre el hecho de que a muchos científicos en su niñez, no tuviesen facilidad en las materias relacionadas con las ciencias o no fuesen alumnos brillantes.

Una de las intervenciones realizada por un alumno que mostraba su incredulidad ante la idea de que Einstein no hubiese sido un brillante estudiante en sus años de colegio, dejaba ver que sus esquemas previos habían sido modificados a raíz de estas actividades, pues antes relacionaba el éxito académico con carreras o profesiones pertenecientes al campo de la ciencia,

Como final de la actividad se realizó un mural que recogía las principales motivaciones de los científicos que el alumnado había encontrado y deducido tras realizar la puesta en común de las biografías (tabla 23).

Tabla 23: Mural de motivaciones de los científicos realizado por los alumnos.

Son personas a los que les gusta su trabajo y por eso le dedican mucho tiempo.

Son personas interesadas sobre un tema en concreto.

No encuentran todo a la primera pero no se rinden ante los fallos y errores.

No tienen prisa y son pacientes.

No ganan mucho dinero por lo que no es su mayor motivación.

Tienen otras aficiones además de la ciencia como pasear, remar, leer...

Son personas con vida familiar, casados, con hijos...

Investigan sobre lo que les gusta y les interesa.

No todos han sido buenos alumnos en matemáticas o ciencias.

Los científicos trabajan para mejorar la calidad de vida y la sociedad.

Son personas curiosas, creativas e imaginativas.

Son personas alegres que disfrutan con su trabajo.

### 6.3 VALORACIÓN FINAL DE LA PROPUESTA DIDÁCTICA

Mostramos en este apartado los resultados obtenidos tras el análisis del postest, de las actividades finales de la unidad (Actividades de consolidación), así como una comparación entre los resultados obtenidos en el pretest y los obtenidos en el postest y por último los cuestionarios cumplimentados por los alumnos al finalizar la unidad didáctica sobre el grado de satisfacción sobre la misma.

Analizando los resultados del cuestionario realizado después de implementar la unidad didáctica, podemos destacar el acuerdo y desacuerdo mostrado por el alumnado, las respuestas fueron agrupadas en cuatro categorías: Acuerdo, indecisión, desacuerdo y otras. Los resultados completos pueden observarse en las tablas del anexo V

La primera pregunta enunciada como *La mayoría de los científicos están motivados para esforzarse mucho en su trabajo. La RAZÓN principal de su motivación personal para hacer ciencia es* (60111)

Como podemos observar en la tabla 24 Las respuestas aceptables (A y H) que se centran en las motivaciones referidas al reconocimiento y la imposibilidad de generalizar por la gran variedad de motivaciones. Solo cuentan con un acuerdo de menos de la mitad de los alumnos (29% y 23% respectivamente)

Las respuestas que más acuerdo recogieron (94%) son la respuesta D (plausible) la cual hace referencia a que la principal motivación de los científicos es la de satisfacer su curiosidad y aprender más sobre el universo físico y biológico. Y la respuesta G (ingenua) referida a la motivación de descubrir e investigar en favor de la ayuda a la sociedad.

Tabla 24: Porcentajes de respuesta a la pregunta 60111. (Ac: aceptable; I: Ingenua; P: Plausible)

CATEGORIAS	ÍTEMS	DESACUERDO (1-4)	INDECISO (5)	ACUERDO (6-9)	OTRAS
Ac	A	47%	23%	29%	
I	B	41%	29%	29%	
P	C	23%	6%	70%	
P	D		6%	94%	
P	E	6%	18%	76%	
I	F	29%	6%	65%	
I	G	6%		94%	
Ac	H	18%	41%	23%	18%

La segunda cuestión expone que, *Ciertas características personales pueden ser importantes en ciencia (por ejemplo, ser de mentalidad abierta, lógico, imparcial, objetivo). Los científicos tienen estas características, no sólo en su trabajo, sino también en su vida familiar (60221)*

La respuesta aceptable (D) referida a que no se puede suponer que los científicos tengan estas características en mayor medida, fue aceptada por un 53% de las respuestas, como se puede observar en la tabla 25

Mientras que la respuesta (C) categorizada como plausible y que se centra en la que los científicos sí presentan estas características en el trabajo pero no necesariamente en casa, fue aceptada por un 70% de los estudiantes.

Lo que nos permite afirmar que el alumnado está de acuerdo en que los científicos muestran lógica y objetividad en el trabajo, pero esto no condicionada para que deban mostrar estas características en su vida familiar.

Tabla 25: porcentajes de respuesta a la pregunta 60221. (Ac: aceptable; I: Ingenua; P: Plausible)

CATEGORIAS	ÍTEMS	DESACUERDO (1-4)	INDECISO (5)	ACUERDO (6-9)	OTRAS
I	A	18%	23%	59%	
P	B	23%	29%	41%	6%
P	C	12%	12%	70%	6%
Ac	D	12%	23%	53%	12%
P	E	35%	18%	47%	
I	F	23%	23%	47%	6%

El tercer interrogante enuncia: *Ciertas características personales pueden ser importantes en ciencia (por ejemplo ser de mentalidad abierta, lógico, imparcial, objetivo, honrado). En su vida familiar los científicos tienen esas características personales EN MAYOR MEDIDA que otras personas en su vida familiar (60222).*

Como indican los resultados de la tabla 26 podemos afirmar que la respuesta (D) que respalda que los científicos tienen estas características en su trabajo pero no en su casa, recogió un 76% de los acuerdos de los estudiantes, seguida por la respuesta ingenua (C) con un 70% de acuerdo, que defiende que los científicos si tienen estas características en su casa más que otras personas.

La respuesta aceptable (E), que se centra en explicar que no se puede suponer que los científicos tengan estas características en su casa más que otras personas, solo recogió el 23% de los acuerdos,

Cabe destacar el 29% de las alumnos que contestaron con “no se” a las preguntas que hacen referencia siendo significativo que el 29% de los alumnos respondieron “no se” a este interrogante, lo que nos lleva a pensar que la pregunta no fue entendida o interpretada correctamente por el alumnado.

Tabla 26: Porcentajes de respuesta a la pregunta 60222. (Ac: aceptable; I: Ingenua; P: Plausible)

CATEGORIAS	ÍTEMS	DESACUERDO (1-4)	INDECISO (5)	ACUERDO (6-9)	OTRAS
I	A	23%	18%	53%	6%
I	B	23%	29%	41%	
I	C	12%	18%	70%	
P	D	18%	12%	76%	
Ac	E	23%	23%	23%	29%
P	F	23%	23%	47%	6%
I	G	23%		47%	29%

La cuarta cuestión enunciada como *Los científicos son honrados en su trabajo de investigación (por ejemplo, cuando escriben un informe de investigación)* (60226). Entre las posibles respuestas se encuentran dos aceptables, dos plausibles y tres respuestas ingenuas.

Las respuestas recogidas en esta pregunta, como se puede observar en la tabla 27, resultan destacables puesto que se alcanzó el mismo porcentaje de acuerdo (88%) en las tres respuestas categorizadas de ingenuas (A,B y C) que se afirman la honradez de los científicos respaldándose en que su trabajo tiene implicaciones para la sociedad.

Así las dos respuestas aceptables (E y G) reciben solo el 59% y 65% respectivamente, de acuerdo de los alumnos, mostrando que los alumnos no están de acuerdo con la idea de que no todos los científicos son honrados.

Tabla 27: Porcentajes de respuesta a la pregunta 60226. (Ac: aceptable; I: Ingenua; P: Plausible)

CATEGORIAS	ÍTEMS	DESACUERDO (1-4)	INDECISO (5)	ACUERDO (6-9)	OTRAS
I	A		18%	82%	
I	B		12%	88%	
I	C			88%	12%
P	D	12%	6%	76%	6%
Ac	E	29%	12%	59%	6%
P	F	53%	23%	18%	6%
A	G	12%	23%	65%	6%

La quinta pregunta expone que *Los científicos no tienen prácticamente vida familiar o social porque necesitan estar profundamente metidos en su trabajo* (60411). Las posibles respuestas recogen tres respuestas aceptables, una plausible y una respuesta ingenua.

Como se recoge en la tabla 28, la respuesta aceptable (D) que defiende que la vida familiar de un científico es normal debido a que esto puede afectar a su trabajo, recoge el mayor acuerdo (65%) de todas las respuestas.

Seguido por otra de las respuestas aceptables (B) referida a que la vida familiar dependerá de cada persona, que recoge el 59% de acuerdos y la respuesta categorizada de ingenua (A) que recoge también el 59% de acuerdos y hace referencia a que los científicos no disponen de vida familiar debido a que están muy involucrados en su trabajo.

Por tanto podemos observar tras el análisis, que existe una contradicción entre las respuestas más aceptadas por los alumnos, por un lado creen que una buena vida familiar afecta al trabajo de un científico positivamente, pero a la vez afirman que los científicos no tienen vida familiar ni social debido a que necesitan toda su atención para su trabajo.

Tabla 28: Porcentajes de respuesta a la pregunta 60411. (Ac: aceptable; I: Ingenua; P: Plausible)

CATEGORIAS	ÍTEMS	DESACUERDO (1-4)	INDECISO (5)	ACUERDO (6-9)	OTRAS
I	A	18%	23%	59%	
Ac	B	12%	18%	59%	18%
P	C	23%	6%	59%	6%
A	D	12%	23%	65%	
A	E	29%	18%	53%	

La última pregunta defiende que *Los científicos compiten por obtener ayudas económicas para la investigación y por quién será el primero en hacer un descubrimiento. A veces, esta competencia feroz hace que los científicos actúen en secreto robando las ideas de otros científicos, y presionando por el dinero. En otras palabras, a veces los científicos ignoran los ideales o las reglas de la ciencia (tales como compartir los resultados, la honradez, la independencia, etc)* (70411) Las respuestas posibles a esta pregunta se categorizan en una respuesta aceptable, una ingenua y tres respuestas plausibles.

Los resultados de la tabla 29 constatan que la respuesta aceptable (D) referida a que la falta de ética dependerá de cada persona, recoge un acuerdo del 65% de las respuestas, mientras que la respuesta clasificada como ingenua (E) que defiende la no competitividad entre los científicos, es respaldada por un 82% de los alumnos.

La segunda respuesta que recoge mayor acuerdo (76%) defiende que a los científicos no les importan los medios que haya que utilizar, entre otros falta de ética, para llegar a los fines propuestos (C).

Tabla 29: Porcentajes de respuesta a la pregunta 70411. (Ac: aceptable; I: Ingenua; P: Plausible)

CATEGORIAS	ÍTEMS	DESACUERDO (1-4)	INDECISO (5)	ACUERDO (6-9)	OTRAS
P	A	35%	18%	47%	
P	B	18%	23%	47%	12%
P	C	12%	12%	76%	
Ac	D	18%	18%	65%	6%
I	E	12%	6%	82%	

Al realizar un análisis comparativo entre los resultados obtenidos en el cuestionario realizado antes de la implementación de la propuesta didáctica y el cuestionario realizado a posteriori, nos hemos centrado en las cuestiones que tenían más relación con las motivaciones de un científico (60111, 60223, 60411 y 70411) y hemos desestimado el resto (60221, 60222) ya que consideramos que se centran en otros aspectos de la Naturaleza de la Ciencia que no se han abordado directamente en la unidad planteada en el aula.

La primera pregunta enuncia que *La mayoría de los científicos están motivados para esforzarse mucho en su trabajo. La RAZÓN principal de su motivación personal para hacer ciencia es* (60111).

Al observar la tabla 30 podemos contemplar que los resultados obtenidos en el pretest y en el postest varían de manera significativa en algunos ítems concretos, uno de los más destacados es el ítem A que enuncia *ganar dinero, ya que de lo contrario su trabajo no se aceptaría*, esta afirmación recoge un acuerdo del 47% en el pretest y en el postest recoge un desacuerdo del 47%.

Destacamos también el cambio de actitud hacia el ítem C que explica *adquirir un poco de fama, dinero y poder, porque los científicos son como todos los demás*, esta afirmación mostraba un acuerdo del 36% en el pretest mientras que recoge un acuerdo del 76% en el postest

El último ítem (H) categorizada como aceptable, explica que *no es posible generalizar porque la motivación principal de los científicos varía de unos a otro*, recoge un porcentaje de indecisión del 41% que se mantiene tanto en el pretest como en el postest

Por tanto podemos afirmar que se produjo un cambio de visión entre el alumnado, consiguiendo que considerasen la satisfacción personal del científico como una de las posibles motivaciones. A pesar de este cambio no se llegó a un acuerdo total en ninguna de las dos respuestas consideradas como aceptables, e incluso el porcentaje de alumnos en desacuerdo aumentó, negando que uno de las motivaciones de un científico pudiese ser el reconocimiento.

Tabla 30: Porcentajes comparados de la pregunta 60111.

		PRETEST				POSTEST			
		Desacuerdo	Indeciso	Acuerdo	NS/NE	Desacuerdo	Indeciso	Acuerdo	NS/NE
A	A	29%	23%	47%		47%	23%	29%	
I	B	76%	6%	18%		41%	29%	29%	
P	C	47%	18%	36%		23%	6%	76%	
P	D	6%		94%			6%	94%	
P	E		6%	94%		6%	18%	76%	
I	F	12%	18%	70%		29%	6%	65%	
I	G		6%	94%		6%		94%	
A	H	12%	41%	41%	6%	18%	41%	24%	12%

La cuarta cuestión enuncia que *Los científicos son honrados en su trabajo de investigación (por ejemplo, cuando escriben un informe de investigación)* (60226).

Basándonos en la tabla 31, podemos constatar el cambio significativo de respuesta en algunos de los ítems, como por ejemplo el ítem F que defendía los científicos no son honrados y en ocasiones falseaban sus resultados, fue respaldada con un acuerdo del 70% de las respuestas en el pretest, mientras que el posttest fue tomada en desacuerdo por un 53% de las respuestas.

Nos llama la atención que las respuestas que muestran el desacuerdo del alumnado, en el posttest son escasa, aumentando las respuestas “no se” y “no entiendo”, lo que nos lleva a pensar que algunos aspectos de esta cuestión no se desarrollaron con claridad en la clase.

Tabla 31: Porcentajes comparados de la pregunta 60226

		PRETEST				POSTEST			
		Desacuerdo	Indeciso	Acuerdo	NS/NE	Desacuerdo	Indeciso	Acuerdo	NS/NE
I	A	12%	18%	70%			18%	82%	
I	B	12%	18%	70%			12%	88%	
I	C	6%		94%				88%	12%
P	D	6%	23%	65%	6%	12%	6%	76%	6%
A	E	29%	23%	41%	6%	29%	12%	59%	6%
P	F	12%	18%	70%	6%	53%	23%	18%	6%
A	G	12%	23%	65%		6%	23%	65%	6%

La quinta pregunta expone que *Los científicos no tienen prácticamente vida familiar o social porque necesitan estar profundamente metidos en su trabajo* (60411). Las posibles respuestas recogen tres respuestas aceptables, una plausible y una respuesta ingenua.

Centrándonos en la tabla 32, podemos destacar que el mayor acuerdo registrado en el pretest correspondía con el ítem aceptable que defendía que la vida familiar de un científico era importante porque podía afectar a su trabajo, y en el posttest continúa siendo el mas aceptado, pero el porcentaje de respuestas que lo afirman es menor que en el pretest.

Nos llama la atención la respuesta E que defiende que muy poco científicos están tan concentrados en su trabajo como para renunciar a su vida familiar y social, ya que en el pretest recogía un acuerdo de tan solo el 35% y en el posttest este acuerdo aumenta hasta un 53%

Por lo tanto podemos confirmar que la mayoría de los alumnos experimenta un cambio de idea, favorable a entender que los científicos también poseen vida familiar y social al igual que el resto de personas.

Tabla 32: Porcentajes comparados de la pregunta 60411

		PRETEST				POSTEST			
		Desacuerdo	Indeciso	Acuerdo	NS/NE	Desacuerdo	Indeciso	Acuerdo	NS/NE
I	A	6%	23%	70%		18%	23%	59%	
A	B	29%	18%	53%	6%	12%	18%	59%	18%
P	C	23%	6%	59%	6%	23%	6%	59%	6%
A	D	18%	6%	76%		12%	23%	65%	
A	E	53%	12%	35%		29%	18%	53%	

La última pregunta defiende que *Los científicos compiten por obtener ayudas económicas para la investigación y por quién será el primero en hacer un descubrimiento. A veces, esta competencia feroz hace que los científicos actúen en secreto robando las ideas de otros científicos, y presionando por el dinero. En otras palabras, a veces los científicos ignoran los ideales o las reglas de la ciencia (tales como compartir los resultados, la honradez, la independencia, etc)* (70411) Las respuestas posibles a esta pregunta se categorizan en una respuesta aceptable, una ingenua y tres respuestas plausibles.

Haciendo referencia a la tabla 33, podemos observar que el mayor cambio de respuesta se observa en el ítem A el cual defiende que los científicos ignoran su ética e ideales y esto es positivo para su esfuerzo, en el pretest esta afirmación recogía el 70% del acuerdo, mientras que en el posttest recoge el 47% de acuerdo y el 35% de desacuerdo.

Podemos destacar que la respuesta que recoge más acuerdo (70%) en el pretest es la que defiende que la competitividad es buena para mejorar el trabajo de los científicos

(A), mientras que en el posttest, el mayor acuerdo se centra en la respuesta C que hace referencia a que los científicos no tienen en cuenta los medios con tal de llegar al fin, su éxito.

Por último, podemos confirmar que el acuerdo aumenta respecto a la respuesta categorizada como aceptable (D) que defiende que la falta de ética no puede generalizarse y que dependerá de cada científico.

Tabla 33: Porcentajes comparados de la pregunta 70411

		PRETEST				POSTEST			
		Desacuerdo	Indeciso	Acuerdo	NS/NE	Desacuerdo	Indeciso	Acuerdo	NS/NE
P	A	12%	18%	70%		35%	18%	47%	6%
P	B	18%	23%	59%		18%	23%	47%	
P	C	35%	6%	59%		12%	12%	76%	18%
A	D	18%	18%	59%	6%	18%	18%	65%	
I	E	23%	12%	65%		12%	6%	82%	

Como actividad final se dedicó un tiempo a que los alumnos realizasen un dibujos sobre los científicos, esta actividad nos permitió comparar las ideas finales de los alumnos con las con las ideas previas que se habían mostrado en otras actividades iniciales.

El análisis de los dibujos es un trabajo que muchos autores como Vázquez y Manassero (1998) han realizado para conocer a través de él las características y situaciones que el alumnado otorga a los científicos.

El análisis al que se ha sometido el material producido por los niños consiste en estudiar las frecuencias con las que aparecen las categorías ya citadas en el apartado de la metodología, para conocer las ideas que los niños tienen sobre los científicos.

Para analizar la dimensión personal del científico contamos con 17 dibujos.

La representación de la cabeza, se ha analizado centrándonos en cuatro categorías: Expresión de la Cara, Cabello, Ojos, Pelo facial y Sexo. La expresión de la cara es una

característica de especial importancia en nuestro estudio por su relación con la motivación del trabajo hacia su trabajo. En el 76% de los dibujos analizados expresión facial del científico es de sonrisa y alegría, mientras que solo un 6% muestra al científico triste, en el 18% restante no es posible apreciar la expresión facial. El resto de categorías nos permitió conocer si habían variado las ideas iniciales del alumnado. El cabello gris aparece con una frecuencia de 23% y los rasgos desaliñados aparecen con una frecuencia del 59%. La representación de los ojos muestra la presencia de gafas con una frecuencia de 76%, mientras que el resto omite ese detalle. La presencia de pelo facial es escasa tanto en forma de barba (18%) como en forma de bigote (6%).

Por último destacamos la escasa aparición de figuras femeninas, solo un 12% realizado por dos alumnas, frente a la frecuencia del 88% en la que aparecen figuras masculinas representando a los científicos realizadas tanto por el resto de alumnos. Lo que nos llama la atención, puesto que muchas de las alumnas fueron las que afirmaron que les gustaría ser científicas y sin embargo no aparece reflejado en sus dibujos.



En los dibujos también valoramos la disposición activa de los científicos, puesto que lo valoramos como posible modo de reflejar la actitud de los alumnos hacia la ciencia.

Con una frecuencia del 65% el científico está colocado de frente sin realizar ninguna actividad específica, siendo una parte más del conjunto. En un 29% de los casos, lo encontramos sosteniendo tubos de ensayo o recipientes que contienen líquidos y en algunos casos cables y libros. Por último destacar uno de los casos (6%), en el cual el científico dibujado aparece en actitud de equivocación con las manos en la boca en señal de asombro.

Al analizar los resultados obtenidos sobre las variables personales, el científico que los alumnos representan muestra expresión positiva y sonriente, reflejo de que disfruta con lo que hace, solo en algunos casos se percibe una actitud negativa. El aspecto físico viene caracterizado por un hombre de edad avanzada con cabello gris y desaliñado, complementado con unas gafas y una bata blanca, la actividad que realiza en la mayoría de los casos no es específica, a excepción de los libros y tubos que en algunos casos sostiene.



Para el análisis de la dimensión situacional (Vázquez y Manassero, 1998) manejamos una serie de variables que posibilitan el conocimiento del entorno en el que se encuentra inmerso el científico, según los alumnos participantes, pero debido a la escasa relación con nuestros objetivos planteados decidimos no utilizar estos datos recogidos.

Como resultado, el análisis realizado nos permite elaborar un primer esbozo de la imagen de un científico para un grupo de niños de quinto de Educación Primaria., basándonos en algunos de los indicadores establecidos en estudios anteriores para estudiantes de Secundaria y recogidos por Vázquez y Manassero (1998).

En primer lugar debemos decir que el estereotipo de científico loco o chiflado no predomina de forma significativa entre los niños, ni en sus dibujos ni en sus respuestas a las cuestiones planteadas. En el aspecto físico aparece una figura masculina de pelo canoso, desaliñado y con gafas caracterizando la mayoría de los resultados analizados. En lo referente a la vestimenta como pudimos observar, la bata blanca de laboratorio es la prenda dominante y que aparece en prácticamente todos los casos.

El entorno donde se sitúa al científico suele ser el laboratorio o clase de ciencias, siendo poco habitual o nulo, la casa familiar, la naturaleza u otros lugares no relacionados con la ciencia, lo que puede mostrar la gran facilidad de los alumnos para relacionar la figura del científico con un laboratorio pero no con el resto de lugares cotidianos en los que situarían al resto de personas no relacionadas con la ciencia.

Por último, destacar las actitudes y actividades en las que se ven implicados los científicos, suelen aparecer en actitud expectante, observadora o sosteniendo algún tipo de objeto científico. Además de aparecer la sonrisa de forma dominante y en contadas ocasiones expresiones de tristeza o desánimo, lo que puede llevarnos a pensar que los alumnos consideran que los científicos disfrutan con su trabajo y se sienten motivados.

Por último podemos afirmar que esta actividad nos permitió conocer la motivación del alumnado analizando las características generales del dibujo, del trabajo y del tiempo invertido en el mismo, autores como Vázquez y Manassero (1998) rechazan la idea de contemplar como variable de la motivación el aspecto de los dibujos, pero en nuestro caso lo consideramos relevante ya que el colorido y el trazado de los dibujos empleados puede mostrar la motivación de los alumnos hacia la propuesta didáctica.



Por último destacamos los resultados obtenidos en los cuestionarios de preguntas abiertas que se realizaron a tres alumnos escogidos al azar entre los diecisiete alumnos que conformaban la clase. El modelo de preguntas realizadas se encuentra en el anexo III

En cuanto al interés causado por la unidad didáctica, en los alumnos podemos destacar que: Los alumnos A y B respondieron que la unidad les había parecido muy interesante, al contrario que el alumno C que contestó que la unidad le había parecido poco interesante.

Las razones de esta elección atendían a diferentes ideas y sensaciones que la unidad didáctica había sembrado en los alumnos, así dos de los alumnos explicaban que se habían divertido hablando de la ciencia y conociendo más cosas sobre los científicos y habían descubierto cosas que no sabían. Por otro lado, el alumno C explicaba que la ciencia y los científicos no le gustan y por ello le había parecido aburrida la unidad, así en el cuestionario afirmaba: *No me han gustado las clases, porque no me gustan los científicos y no quiero ser científico de mayor.*

En cuanto a los aspectos que los alumnos habían considerado más relevantes, los tres casos muestran la afirmación de los alumnos sobre sus erróneas imágenes sobre los científicos, *Yo pensaba que los científicos estaban todos locos y que solo vivían en su laboratorio metidos* (alumno A), *Ahora entiendo que los científicos también hacen otras cosas y tienen más aficiones* (alumno B). La conclusión a la que los alumnos llegaron es que los científicos eran personas normales como el resto de profesionales, que podían tener familia, amigos y otras aficiones.

Además destacaron características personales de los científicos referidas a su trabajo tal y como muestran algunos comentarios: *Los científicos tienen que trabajar duro porque no todas las cosas se descubren a la primera* (Alumno C). Aparece de forma general en las tres entrevistas, el concepto de esfuerzo relacionado con el éxito en el trabajo, así como la paciencia y constancia de los científicos ante los posibles problemas que pueden surgir en sus trabajos.

Hemos querido destacar una de las respuestas dadas por el alumno C, que en este caso explica lo importante que es entender que los científicos no son necesariamente buenos en matemáticas o brillantes estudiantes y sin embargo razona que no le gusta la ciencia ni la unidad porque se le dan mal las matemáticas y cree que no sirve para investigar.

En cuanto a los aspectos que consideraban menos relevantes de la unidad didáctica, en general no supieron qué contestar, se refirieron a las biografías de los científicos, pero no por poco importante si no por la dificultad que habían encontrado a la hora de trabajar con ellas.

En lo referente a los aspectos que habían aprendido en la unidad didáctica, las respuestas de los tres entrevistados fueron similares, centrándose en el cambio de mentalidad sobre la personalidad del científico y su manera de trabajar; así como de la importancia del trabajo constante y de desarrollar facetas como la imaginación, creatividad, curiosidad...

Centrándonos en las dificultades encontradas en la unidad didáctica, los tres alumnos entrevistados coincidían en las respuestas a esta pregunta puesto que centraban las mayores dificultades en la comprensión de algunas palabras presentes en los textos trabajados, el complejo análisis de búsqueda de motivaciones dentro de las biografías de los científicos y la dificultad para entender y comprender el significado de algunas de las frases presentes en el pretest y postest:

*A veces no entendía las palabras que ponían en las biografías de mi científico*  
(alumno C). *Tuve que pedirle a Sara que me ayudase a entender algunas respuestas*  
(alumno A)

Las ideas sobre ciencia y tecnología que cambiaron gracias a la unidad didáctica, se centran en torno a la figura del científico, entendida previamente como una persona lista, inteligente, cerrada y obsesionada con su trabajo y posteriormente concebida como el resto de personas, con vidas familiares y sociales fuera del trabajo. Además de entender la ciencia y la investigación como un campo abierto a todas las personas y no solo a los que obtenían resultados académicos excelentes. *Aunque no se te den bien las mates, puedes llegar a ser un científico famoso si te esfuerzas y estudias* (alumno B)

Por último al pedirles que hicieran un breve resumen sobre lo que para ellos era la ciencia y la tecnología, el modelo general que primó en las respuestas de los tres alumnos fue una breve definición de ciencia, relacionada con palabras como científicos, experimentos, constancia, vida y naturaleza. Mostramos el esquema que el alumno B realizó en la pizarra:

LA **CIENCIA** la estudian los



Científicos y cogen



Los animales, las plantas...para hacer



Ayudan a las personas de todo el mundo



Experimentos y estudios que

## **7. CONCLUSIONES Y CONSIDERACIONES FINALES.**

Exponemos a continuación las conclusiones finales del estudio, así como las consideraciones que creemos que pueden ser una aportación para mejorar la comprensión de la Naturaleza de la Ciencia en el alumnado de Educación Primaria y más en concreto el tema trabajado en esta propuesta, como son las motivaciones de los científicos.

1. Hemos diseñado e implementado una propuesta didáctica que facilita trabajar aspectos sobre la Naturaleza de la Ciencia que, de forma general no se aplican en el aula por la escasez de tiempo, el interés de los profesores o la exclusión de este tipo de herramientas del currículo, como explica Vázquez y Manassero (2012). Dicha propuesta nos ha facilitado introducir en una aula y contexto concreto, la figura del científico, aportando aspectos de las motivaciones y vidas de los científicos a los intereses propios de los alumnos. Además, la propuesta didáctica fue integrada dentro del aula de una forma dinámica y atractiva, lo que generó una gran aceptación y motivación hacia la misma por parte del alumnado como pudimos comprobar al conocer las opiniones y valoraciones de los estudiantes sobre la propuesta.

2. La implementación de la secuencia didáctica pone de manifiesto que los alumnos de quinto curso de Educación Primaria comparten una base epistemológica común, basada en los modelos empíricos e inductivos de la ciencia. La experimentación, pese a ser la deformación más criticada por la literatura (Fernández y otros, 2002) aparece como el rasgo más característico de la actividad científica (Rubio 2011).

3. La implementación de esta propuesta didáctica ha permitido conocer las ideas previas y estereotipos que poseen los alumnos, tomarlas como punto de referencia y trabajar a partir de sus conocimientos y mejorar sus perspectivas y sus propias motivaciones hacia la ciencia, lo cual era uno de los objetivos de nuestro estudio.

Podemos constatar que entre el alumnado de quinto curso de Educación Primaria que ha participado en este estudio, predomina el estereotipo de científico como persona inteligente y muy centrada en su trabajo, con escasa vida familiar y social. Por ello consideramos necesario conceder más relevancia a los rasgos personales de los científicos, para tratar de abandonar esa visión de persona solitaria y cerrada.

Respecto a las ideas sobre el trabajo de los científicos, hemos podido comprobar que la gran mayoría de los alumnos afirman no querer dedicarse a la ciencia por la falta de inteligencia o actitudes hacia materias como las matemáticas. Debemos trabajar este aspecto para cambiar ese enfoque de la ciencia reservada solo a los más listos e inteligentes de la clase y no para los más curiosos, creativos o perseverantes.

4. Podemos confirmar que se han cumplido los objetivos planteados al principio de este estudio y el principal fin, como era mejorar la comprensión sobre la Naturaleza de la Ciencia de los estudiantes de Educación Primaria.

De los datos obtenidos se desprende un cambio de actitud y pensamiento sobre los científicos, producidos en los alumnos tras la implementación de la propuesta didáctica, que en este trabajo se presenta. Comparando los resultados obtenidos en el pretest con los obtenidos en el postest, observamos un cambio de visión. Entre los alumnos se apreció un cambio de motivación hacia la ciencia y su estudio y más concretamente hacia los científicos. Por todo ello consideramos que la propuesta didáctica diseñada es útil y aborda de manera adecuada los aspectos de la Naturaleza de la Ciencia, si bien hemos considerado que este cambio de visión y perspectiva entre el alumnado podría ser mayor. Consideramos que no vemos mayor efecto por el escaso periodo de tiempo en el cual se implementó la propuesta didáctica, la intensidad y profundidad con la que están arraigados los estereotipos clásicos de los científicos presentes en nuestra sociedad, etc.

5. Consideramos necesario potenciar actitudes hacia la ciencia y su aprendizaje, desde la enseñanza de las ciencias, por lo que es necesario fomentar la creación y uso de diferentes herramientas didácticas, como la propuesta aquí presentada, adaptándolas para los primeros niveles de Educación Primaria. Incidimos en la necesidad de integrar

los diferentes semblantes de la ciencia, como es la Naturaleza de la Ciencia, dentro de los aspectos naturales y sociales tratados en las aulas. Además, creemos que las futuras líneas de actuación han de seguir el modelo de esta propuesta didáctica, trabajando a partir de las ideas previas que los alumnos poseen para construir sobre ellas los nuevos conocimientos.

## 8. PERSPECTIVAS DE FUTURO

El trabajo que presentamos no debe entenderse como un estudio acabado, sino como un comienzo y primera aproximación al tema, que permite nuevas posibilidades y futuras líneas de investigación y actuación, entre ellas:

- Realizar un análisis de los datos más sistemáticos y detallado para proporcionar mayor objetividad y rigor en los resultados obtenidos.
- Ampliar la implementación de la propuesta didáctica abarcando el ámbito regional, para de esta manera trabajar las motivaciones de los científicos así como otros aspectos de la Naturaleza de la Ciencias a un mayor número de alumnos y en diferentes contextos educativos.
- Extender la implementación de la propuesta didáctica a los profesores y alumnos pertenecientes a la formación del profesorado con el fin de conocer sus ideas sobre la propuesta.
- Prolongar y extender la implementación de propuestas didácticas de este tipo a las diferentes áreas del currículo, para poder observar las situaciones de enseñanza aprendizaje durante un mayor espacio de tiempo y de forma interdisciplinar, consiguiendo una implicación de las diferentes materias en la enseñanza de la ciencia.
- Elaborar nuevas propuestas y herramientas didácticas que permitan trabajar en el aula de Educación Primaria los diferentes valores de la formación científica.

Tras la implementación de la propuesta didáctica, como observadores, pudimos conocer una serie de ventajas e inconvenientes que se nos plantearon en el aula y que deberían ser considerados para las propuestas de mejora de este estudio.

Tabla 34: Ventajas, inconvenientes y propuesta de mejora de la propuesta didáctica

<b>VENTAJAS</b>	<b>DESVENTAJAS</b>	<b>PROPUESTAS DE MEJORA</b>
<p>Buena disposición por parte del profesorado del centro.</p> <p>Colaboración y participación activa del alumnado.</p> <p>Gran motivación por parte del alumnado así como muestras de curiosidad y creatividad por el tema tratado.</p>	<p>Falta de tiempo para desarrollar la unidad didáctica completa.</p> <p>Falta de nuevas tecnologías de la información y la comunicación para la búsqueda de información.</p> <p>Rechazo por parte del alumnado a las ciencias en general.</p> <p>Lo profesores presentan gran interés en cumplir las programaciones establecidas en los documentos oficiales</p>	<p>Reducir el número de actividades para poder desarrollar los contenidos con más profundidad.</p> <p>Proporcionar al alumnado materiales seleccionados traídos por el propio profesor.</p> <p>Potenciar entre el profesorado de Educación Primaria mayor interés por cuestiones sobre la naturaleza de la ciencia y su aprendizaje en el aula.</p>

## 9. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Alvarado, L. y García, M. (2008). Características más relevantes del paradigma sociocrítico: su aplicación en investigación de enseñanza de las ciencias. *Sapiens*, 9(2), 187-202. Recuperado de: <http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=41011837011>.
- Acevedo, J.A. (2008) El estado actual de la naturaleza de la ciencia en la didáctica de las ciencias. *Revista Eureka sobre Enseñanza y divulgación de las ciencias*, 5(2), 134-169. Recuperado de: [http://venus.uca.es/eureka/revista/Volumen5/Numero\\_5\\_2/Acevedo\\_2008.pdf](http://venus.uca.es/eureka/revista/Volumen5/Numero_5_2/Acevedo_2008.pdf)
- Acevedo, J. A. (2004). Reflexiones sobre las finalidades de la enseñanza de las ciencias: educación científica para la ciudadanía. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 1 (1), 3-16. Recuperado de: <http://www.apac-aureka.org/revista/>
- Acevedo, J.A., Vázquez, A., Manassero, M. A. y Acevedo, P. (2007). Consensos sobre la naturaleza de la ciencia: Fundamentos de una investigación empírica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 4(1), 42-46. Recuperado de: [http://venus.uca.es/eureka/revista/Volumen4/Numero\\_4\\_1/Acevedo\\_2007.pdf](http://venus.uca.es/eureka/revista/Volumen4/Numero_4_1/Acevedo_2007.pdf)
- Branco, M., Diaz, L., Pastori, C., Sander, I. y Zoppi, A.M. (2002) Investigación educativa: concepciones, paradigmas y herramientas. Argentina. Facultad de ciencias de Argentina.
- Bruner, J. (1991). *Actos de significado. Más allá de la revolución cognitiva*. Madrid: Alianza
- Bunge, M. (2007). *La investigación científica*. México: Siglo XXI
- Campos, G. y Martínez, N. (2012). La observación, un método para el estudio de la realidad. *Xihmai*, 7(13), 45-60.
- Chordá, C. (2004). *Ciencia para Nicolás*. Navarra:Laetoli.
- Cohen, L. y Manion, L. (1990). *Métodos de investigación educativa*. Madrid: La Muralla.

- Coll, S (1995). *El constructivismo en el aula*. Barcelona: Grao
- Doyle, W. (1986). *Classroom organization and management*. Nueva York: Macmillan
- Elliot, J. (1990). *La investigación acción*. Madrid :Morata
- Fernández, I., Gil, D., Carrascosa, J., Cachapuz, A. y Praia, J. (2002). Visiones deformadas de la ciencia transmitida por la enseñanza. *Enseñanza de las Ciencias*, 20 (3), 447-488.
- Fernández, J. (2008). *El Mundo de Max*. Madrid: Páginas de espuma.
- Frernández, R. (2001). La entrevista en Investigación cualitativa. *Revista Pensamiento Actual*, 2 (3), 14-21.
- Fernández-Novell,J.M. (2008). La ciencia y los niños. *SEBBM*, 158, 27-30.
- Freire, P. (2009). *La educación como práctica de la libertad*. Madrid: Siglo XXI.
- García, M. y Orozco, L. (2008). Orientando un cambio de actitud hacia las Ciencia Naturales y su enseñanza en Profesores de Educación Primaria. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 7(3), 539-568.
- García, B. y Quintanad, J. (2002). Métodos de investigación y diagnóstico. *La investigación educativa*. Madrid: Mideces.
- Gil, D. y Vilchez, A. (2004). ¿Qué relación existe entre investigación e innovación en la educación científica? Necesidad de un serio debate y reorientación. *XXI Encuentros sobre Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 533-545. Bilbao: Universidad del País Vasco.
- Gisasola, J. y Morentin, M. (2007). Comprenden la naturaleza de la ciencia los futuros maestros y maestras de Educación Primaria?. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 6(2), 246-262.
- Gavidia, V. (2005). Los retos de la divulgación y enseñanza científica en el próximo futuro. *Didáctica de las ciencias experimentales y sociales*, 19,91-102.
- Holbrook, J. (2000). School Science Education for the 21st Century: Promoting Scientific and Technological Literacy. *Wirescript Magazine*.

- Imbernón, F. (2002). La pluralidad investigadora. *La investigación educativa como herramienta de formación del profesorado. Reflexión y experiencias de investigación educativa*. Barcelona: Grao
- Janssen, U. y Steuernagel, U. (2004). Una universidad para los niños. Barcelona: Crítica.
- Jenkins, E.W. (1997). Scientific and Technological literacy for citizenship: What can we learn from research and other evidence?. En S. Sjöberg y E. Kallerud (eds.), *Science, technology and citizenship. The public understanding of science and technology in Science Education and research policy*. Oslo: NIFU.
- Jiménez Aleixandre, M. P. (2003). El aprendizaje de las ciencias: construir y usar herramientas. En Jiménez Aleixandre (coord.). *Enseñar ciencias 13-32*. Barcelona: Graó.
- Kuhn, T. (1970). *Logic of discovery or psychology of research*. Cambridge: Cambridge University Press
- López, J. A. (2004). *La Tesis de Rebeca. Apuntes de una joven investigadora*. Madrid: Hélice.
- López, V.M. (1999). *Prácticas de evaluación en educación física: Estudio de casos en primaria, secundaria y formación del profesorado*. Valladolid: Universidad de Valladolid.
- López, V.M. (2009). *Evaluación formativa y compartida en Educación Superior*. Madrid: Narcea.
- Lucca, N. y Berríos, R. (2003). *Investigación cualitativa, fundamentos, diseños y estrategias*. Colombia: Ediciones S.M.
- Marín, N., Benarroch, A. y Niaz, M. (En imprenta, 2011). Revisión de consensos sobre Naturaleza de la Ciencia. *Revista de Educación 361*
- OCDE. (2006). *Evolution of Student Interest in Science and Technology Studies-Policy Report*. Recuperado el 4 de junio de 2012:  
<http://www.oecd.org/dataoecd/16/30/36645825.pdf>

- 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 Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 2(2), 241-250. Recuperado el 4 abril de 2012: [http://venus.uca.es/eureka/revista/Volumen2/Numero\\_2\\_2/Oliva-Acevedo\\_2005.pdf](http://venus.uca.es/eureka/revista/Volumen2/Numero_2_2/Oliva-Acevedo_2005.pdf)
- 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.
- Pro, A. (2003). La construcción del conocimiento científico y los contenidos de ciencias. En Jiménez Aleixandre (coord). *Enseñar ciencias*. 33-55. Barcelona: Graó.
- Pro, A. (2009). ¿Qué investigamos sobre la didáctica de las ciencia experimentales en nuestro contexto educativo?. *Investigación en la escuela*, 69, 45-59. Barcelona: Graó.
- Rabaldán, J.M. y Martínez, P. (1999). Las actitudes en la enseñanza de las ciencias: aproximación a una propuesta organizativa y didáctica. *Alambique*, 22, 67-75.
- Rodríguez, G., Gómez, J., Flores, G. y Garces, E. (1999). *Metodología de la investigación cualitativa*. España: Algibe.
- Rodríguez, M.J. (2008). *Diseño de investigación cuantitativa: El cuestionario*. Alicante: Universidad de Alicante.
- Rubio, N. (2011). *Actitudes hacia la ciencia y su aprendizaje en Educación Primaria: Su tratamiento en los libros de texto y una propuesta alternativa de trabajo en el aula*. Segovia: Universidad de Valladolid.
- Sanmartí, N. (2000) . El diseño de unidades didácticas. Perales y Cañal (Coord). En *Didáctica de las Ciencias experimentales*. 239-266. Alicante: Marfil
- Sanmartí, N. y Tarín, R. (1999). Valores y actitudes: ¿se puede aprender ciencia sin ellos?. *Alambique*, 22, 55-65.

Schreiner, C., Hneriksen, E.K. y Hansen, P.J.K. (2005) Climate Education: Empowerin Today's Youth to meet Tomorrow's challenges. *Studies in Education*, 41, 3-5.

Solís, E. (2011). ¿Cómo integrar la investigación, la innovación y la práctica en la enseñanza de las ciencias?. *Alambique Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 68, 80-88.

Stenhouse, L (1987). *La investigación como base de la enseñanza*. Madrid: Morata

Taylor, S.J. y Bogdan, R. (1986). *Introducción a los métodos cualitativos de investigación*. Barcelona: Paidós

Vargas, I. (2012). La entrevista en la investigación cualitativa: Nuevas tendencias y retos. *Revista calidad en la Educación Superior*, 3(1), 119-139.

Vázquez, A. y Manassero, M. A. (1998). Dibuja un científico: imagen de los científicos en estudiantes de secundaria. *Infancia y Aprendizaje*, 81, 3-26.

Vázquez, A. y Manassero, M. A. (1999). Características del conocimiento científico: Creencias de los estudiantes. *Enseñanza de las ciencias*, 17(3), 377-395.

Vázquez, A. y Manassero, M. A. (2007). En defensa de las actitudes y emociones en la educación científica (II): Evidencias empíricas derivadas de la investigación.

*Revista Eureka sobre la Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 4(3), 417-441.

Recuperado el 15 de mayo:

[http://venus.uca.es/eureka/revista/Volumen4/Numero4\\_3/Vazqueza\\_Manassero\\_2007b.pdf](http://venus.uca.es/eureka/revista/Volumen4/Numero4_3/Vazqueza_Manassero_2007b.pdf).

Vázquez, A. y Manassero, M. A. (2011). El descenso de las actitudes hacia la ciencia de chicos y chicas en la educación obligatoria. *Ciencia & Educaçao*, 17(2), 249-268.

Vázquez, A. y Manassero, M. A. (2012). La selección de contenidos para enseñar naturaleza de la ciencia y tecnología (parte 1): Una revisión de las aportaciones de la investigación didáctica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 9(1), 2-31.

Normativa legal:

MEC. (2007). ORDEN ECI/2211/2007 por la que se establece el currículo y se regula la ordenación de la Educación primaria. B.O.E. de 20-7-2007, Madrid: MEC.

MEC. (2007). ORDEN ECI/3857/2007 por la que se establecen los requisitos para la verificación de los títulos universitarios oficiales que habiliten para el ejercicio de la profesión de Maestro en Educación Primaria. B.O.E. de 29-12-2007, Madrid: MEC.

Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación. Boletín Oficial del Estado nº 106, de 4 de mayo de 2006, pp. 17158 - 17207.