

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

---

# Posibilidades didácticas de la ciencia experimental: la Meteorología en el aula de primaria.

---

Trabajo fin de grado presentado por:	José Manuel Santín Pérez
Titulación:	Grado Maestro Educación Primaria
Línea de investigación:	Propuesta de intervención
Director/a:	Natalia Serrano Amarilla

Ciudad: Barcelona  
Enero 2014  
Firmado por:



CATEGORÍA TESAURO: 1.1.6 Pedagogía experimental y 1.1.8 Métodos pedagógicos.

## RESUMEN

El presente Trabajo de Fin de Grado, pretende estudiar las posibilidades del método científico experimental como herramienta pedagógica en el aula de primaria, tomando como punto de partida una ciencia experimental concreta: la Meteorología.

Aplicar este método al aula permite introducir a los alumnos dentro de un contexto de análisis crítico de la realidad; contacto con el mundo físico; autonomía y responsabilidad; trabajo en equipo; y, especialmente, protagonizar el propio aprendizaje. La finalidad del mismo es observar cómo se desarrollan las competencias básicas en los alumnos y cómo se atiende a las diferentes inteligencias múltiples.

Para realizar el estudio se ha llevado a cabo un cuestionario aplicado a cuatro grupos de 4º de Primaria, después de poner en práctica una propuesta de intervención en uno de ellos. Los resultados del cuestionario demuestran cómo la aplicación del método científico experimental para enseñar aspectos relacionados con la Meteorología, beneficia el aprendizaje de los estudiantes.

**Palabras clave:** Meteorología, ciencia experimental, competencias básicas, inteligencias múltiples, trabajo en equipo.

# ÍNDICE GENERAL

1. Introducción .....	p. 1
1.1 Justificación del tema.....	p. 1
La ciencia como medio para el aprendizaje en el aula .....	p. 1
Ciencia y desarrollo en el niño: inteligencia y competencias básicas.....	p. 2
Una ciencia experimental: La Meteorología .....	p. 3
1.2 Objetivo general.....	p. 4
1.3 Objetivos específicos .....	p. 4
1.4 Metodología .....	p. 4
Contexto de trabajo .....	p. 4
Investigación cualitativa.....	p. 5
1.4 Estructura de la investigación .....	p. 5
2. Marco teórico .....	p. 7
2.1 Ciencia experimental y competencias básicas.....	p. 7
Ciencia, verdad y aprendizaje .....	p. 7
Ciencia y lenguaje .....	p. 9
Ciencia y personas.....	p. 10
2.2 Ciencia experimental e inteligencias múltiples.....	p. 12
Las inteligencias múltiples de Gardner.....	p. 12
Ciencia e inteligencias múltiples.....	p. 13
2.3. Fundamentos de Meteorología .....	p. 15
2.4. Características de los alumnos .....	p. 16
3. Marco empírico .....	p. 18
3.1 Relación de los objetivos del TFG con el Marco empírico .....	p. 18

3.2 Bases de la propuesta .....	p. 18
Población y muestra .....	p. 18
Distribución del trabajo .....	p. 19
Distribución del grupo en el aula .....	p. 19
Distribución temporal.....	p. 21
Descripción de las fases del procedimiento .....	p. 22
3.3 El cuestionario .....	p. 28
Análisis previo de las preguntas del cuestionario.....	p. 31
3.4. Resultados .....	p. 33
Funcionamiento de las tablas.....	p. 33
Análisis de los resultados .....	p. 33
4. Conclusiones .....	p. 40
4.1 Análisis de los objetivos.....	p. 40
Orden de las conclusiones .....	p. 40
Contrastación de los objetivos.....	p. 41
5. Prospectiva .....	p. 49
6. Referencias bibliográficas.....	p. 51
7. Bibliografía.....	p. 52
8. Anexos.....	p. 54

## ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS

Tabla 1: Registro de datos para el Termómetro .....	p. 24
Tabla 2: Registro de datos para la Veleta.....	p. 24
Tabla 3: Registro de datos para el Pluviómetro .....	p. 24

Tabla 4: Registro de datos para el Anemómetro .....	p. 25
Tabla 5: Registro de datos para el Barómetro .....	p. 25
Tabla 6: Símbolos.....	p. 26
Tabla 7: Ejemplo de datos obtenidos con el Termómetro.....	p. 27
Tabla 8: Respuestas a la pregunta 1 .....	p. 33
Tabla 9: Respuestas a la pregunta 2 .....	p. 34
Tabla 10: Respuestas a la pregunta 3 .....	p. 35
Tabla 11: Respuestas a la pregunta 4 .....	p. 35
Tabla 12: Respuestas a la pregunta 5 .....	p. 36
Tabla 13: Respuestas a la pregunta 6 .....	p. 36
Tabla 14: Respuestas a la pregunta 7 .....	p. 37
Tabla 15: Respuestas a la pregunta 8 .....	p. 38
Tabla 16: Respuestas a la pregunta 9 .....	p. 38
Tabla 17: Respuestas a la pregunta 10 .....	p. 39
Figura 1: Disposición individual de la clase .....	p. 20
Figura 2: Disposición en grupos de la clase .....	p. 20
Figura 3: Distribución temporal de las sesiones .....	p. 21
Figura 4: Ejemplo de gráfica de temperatura.....	p. 28
Figura 5: Número de respuestas incorrectas y no contestadas del cuestionario .....	p. 46
Figura 6: Porcentaje de respuestas incorrectas y no contestadas del cuestionario.....	p. 46

# 1. INTRODUCCIÓN

## 1.1 JUSTIFICACIÓN DEL TEMA.

### **La ciencia como medio para el aprendizaje en el aula.**

Adquirir conocimiento es un proyecto y un deseo que el hombre ha tenido desde siempre en cuanto que este anhelo es connatural a él mismo: forma parte de su naturaleza. Aristóteles iniciaba así su metafísica: “Todos los hombres desean por naturaleza saber” (1994, Libro I, Cap. 1º, 980 a 20-28).

Este deseo ha seguido acompañando al hombre en la Edad Media, la Modernidad y la Ilustración y después en la Postmodernidad, aunque de formas diferentes. Actualmente la sociedad muestra posiblemente más que nunca este deseo, aunque no es sociedad del conocimiento sino, más bien, sociedad de la información.

Es importante distinguir aquí entre conocimiento e información. Y la distinción se encuentra en el saber que mencionaba Aristóteles más arriba. La sociedad maneja cantidades asombrosas de información, pero pocas veces demuestra saber. La información proporciona datos; el conocimiento abre las puertas del saber.

Este síntoma se percibe también en las aulas. Se proporciona muchos datos a los alumnos: grandes cantidades de información. Sin embargo, muchas veces se olvida que lo importante es que adquieran conocimientos, lo que implica saber. La consecuencia es que los alumnos poseen información pero no saben realmente qué significa. En realidad no han adquirido auténtico conocimiento porque no han interiorizado aquello que se les ha enseñado. Son capaces de recordarlo y reproducirlo en un examen (con mayor o menor acierto), pero no se ha producido auténtico aprendizaje.

“Dime algo y lo olvidaré, enséñame algo y lo recordaré, hazme partícipe de algo y lo aprenderé”. -Confucio- Corremos el peligro de enseñar en el sentido simplemente de mostrar: los alumnos no lo han tocado; no lo han experimentado y por eso no lo han hecho suyo. Entonces han recibido una información, pero no conocimiento. Hacer partícipe al alumno del conocimiento que se le quiere transmitir, forma parte del proceso de aprendizaje del saber.

En cambio, cuando el alumno puede experimentar, cuando es realmente protagonista de aquello que ha de aprender, entonces sí puede adquirir conocimiento. Y desde esta perspectiva, el trabajo de investigación científico se muestra lleno de sentido. La ciencia y,

concretamente, la ciencia experimental, permite el aprendizaje desde la experimentación, porque ésta se encuentra en su propio ADN. La ciencia experimental se basa en la contrastación empírica de las hipótesis, mediante la recogida de datos y su posterior análisis.

No toda la ciencia es experimental. Ciencia es un conjunto de conocimientos sistemáticamente estructurado y basado en principios, y de los que se deducen otros principios y leyes generales. Este conocimiento puede adquirirse mediante la razón o la experimentación. Las ciencias experimentales se centran en el segundo modelo, el experimental, lo que las convierte en un medio ideal para hacer partícipes a los alumnos de un saber auténtico<sup>1</sup>.

### **Ciencia y desarrollo en el niño: inteligencia y competencias básicas.**

Seguendo el informe DeSeCo (OCDE, 2005), Competencia es la capacidad de responder a las demandas y llevar a cabo las tareas de forma adecuada. Surge de la combinación de habilidades prácticas, conocimientos, motivación, valores éticos, actitudes, emociones y otros componentes sociales y de comportamiento que se movilizan conjuntamente para lograr una acción eficaz. Las ocho competencias identificadas en la LOE son las siguientes: en comunicación lingüística, matemática, en el conocimiento y la interacción con el mundo físico, tratamiento de la información y competencia digital, social y ciudadana, cultural y artística, para aprender a aprender y en autonomía e iniciativa personal.

Las Competencias Básicas han de permitir al alumno incorporarse a la vida adulta plenamente, ser un ciudadano activo y desarrollar un aprendizaje activo durante toda su vida. Es decir: alcanzar una vida plena.

Todas estas competencias pueden encontrarse y desarrollarse dentro de un proyecto científico. Por consiguiente, aplicar el método de trabajo de la ciencia experimental permite al alumno adquirir una serie de mecanismos y habilidades que le han de permitir resolver problemas que puede encontrarse en su vida diaria. La ciencia como medio para el aprendizaje ayuda al alumno a adquirir las competencias básicas necesarias para vivir plenamente y mejorar la sociedad en la que vive.

---

<sup>1</sup> Saber que no es únicamente saber especulativo, ni saber hacer, sino también saber ser y saber estar: conocimientos, procedimientos y actitudes.

Por otro lado inteligencia es sinónimo de habilidad: capacidad para resolver problemas según Gardner (2001). Este autor, en su teoría de las inteligencias múltiples distingue entre ocho tipos de inteligencia: lingüístico-verbal, lógica-matemática, espacial, musical, corporal cinestésica, intrapersonal e interpersonal. La práctica científica permite también trabajar con el alumno teniendo en cuenta los diferentes niveles de inteligencia propuestos por Gardner, interactuando entre sí de forma compleja. Además, hay que tener en cuenta que las inteligencias múltiples se refieren a ocho habilidades que el alumno puede desarrollar y que han de permitirle desenvolverse en sociedad, y tienen una relación directa con las ocho competencias básicas

### **Una ciencia experimental: La Meteorología.**

Considerando todo lo anterior, este Trabajo Fin de Grado (TFG) parte de una ciencia experimental concreta: la Meteorología, la “Ciencia que estudia el estado físico de la atmósfera en un momento determinado y que tiene como objetivo principal predecir la evolución de este estado.” (Sánchez & Rivera, 1992)

La Meteorología cuenta con varias ventajas que la hacen muy adecuada para ser trabajada en el aula. Algunos ejemplos podrían ser los siguientes: primeramente, puede llevarse a cabo en cualquier zona geográfica, ya que los fenómenos meteorológicos se producen en cualquier lugar. Además, es posible fabricar aparatos de medición de forma sencilla, lo que favorece su aplicación. En consecuencia pueden ser los propios alumnos los que construyan estos instrumentos (un barómetro, un pluviómetro, un termómetro y un anemómetro), facilitando así el aprendizaje. Otro componente favorable es que el registro de datos es también sencillo y puede realizarse de forma diaria, obteniendo muchos resultados en poco tiempo. En cuarto lugar, el conocimiento obtenido está directamente relacionado con el medio local en el que vive el alumno, proporcionando datos sobre la propia comunidad, haciéndola así más inteligible. Los registros no son obtenidos en un laboratorio o en el aula. Allí pueden trabajarse, pero es fuera del aula, y sin necesidad de salir del colegio, donde se consiguen, posibilitando que el alumno pueda trabajar en el exterior.



## **1.2 OBJETIVO GENERAL:**

Conocer las posibilidades del trabajo científico como método pedagógico, utilizando para ello la meteorología y a través de una propuesta de intervención en el aula de Educación primaria.

## **1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

1. Analizar el proceso de enseñanza aprendizaje a través de la ciencia meteorológica.
2. Conocer cómo la construcción de aparatos de medición meteorológica facilitan el proceso de enseñanza aprendizaje.
3. Mostrar cómo la recogida de datos meteorológicos afecta al aprendizaje de los alumnos.
4. Indagar cómo el alumno desarrolla hábitos de trabajo en equipo y respeto por su trabajo y el de los demás.
5. Comparar el proceso de aprendizaje con una base experimental con un aprendizaje meramente teórico.
6. Relacionar el aprendizaje a través de la experimentación científica con las competencias básicas.
7. Relacionar el aprendizaje a través de la experimentación científica con las inteligencias múltiples.
8. Demostrar que trabajar la meteorología en el aula fomenta el deseo de saber en el alumno, el espíritu crítico y la iniciativa personal.

## **1.4 METODOLOGÍA**

### **Contexto de trabajo.**

La investigación se realizará tomando como referencia un aula de 4º curso de Educación Primaria en un centro educativo de Sant Cugat del Vallés, en Barcelona. Este centro comprende toda la educación obligatoria además de Educación Infantil y Bachillerato; en total 1.250 alumnos. La Primaria posee 600 alumnos repartidos en cuatro líneas por nivel desde 1º hasta 6º curso.

El colegio es concertado hasta Secundaria, y de educación diferenciada, es decir: todos los alumnos son varones. El perfil cultural y económico de sus familias es medio-alto y el índice de familias con miembros inmigrantes es muy bajo.

En cuanto a la clase de 4º donde se desarrollará la investigación, tiene un total de 26 alumnos de entre 8 y 9 años de edad, todos de nacionalidad española y nacidos en Cataluña. No se conocen problemas familiares destacables, ni tampoco hay alumnos con dificultades graves de aprendizaje. No se ha planteado ninguna adaptación curricular.

### **Investigación cualitativa.**

La metodología desarrollada en esta investigación será de tipo cualitativo, ya que se pretende estudiar la realidad “en su contexto natural, tal y como sucede, intentando sacar sentido de, o interpretar los fenómenos de acuerdo con los significados que tienen para las personas implicadas” (Rodríguez, 1996)

Teniendo en cuenta que el investigador formará parte del grupo como profesor y que realizará su labor dentro del contexto mismo de la investigación, una perspectiva cualitativa parece la más adecuada. Se pretende realizar la investigación dentro del marco de referencia de las personas implicadas y desde una perspectiva humanista. El grupo-clase será contemplado como un todo no variable.

## **1.4 ESTRUCTURA DE LA INVESTIGACIÓN**

El TFG posee las siguientes partes:

1. Marco teórico, donde se expone el fundamento racional de la investigación, es decir: las bases teóricas que sostienen el uso de la ciencia experimental como instrumento pedagógico en el aula. Tal y como concluye Natividad Araque en su artículo “Didáctica de las Ciencias en la Educación Primaria y su relación con los planteamientos de comienzos del siglo XX” (2010), la LOGSE siguiendo un modelo constructivista propone un estudio de las ciencias naturales que permita al alumno la experimentación, partiendo de sus propios conocimientos previos sobre la realidad. Sin embargo, el profesorado carece muchas veces de la formación necesaria para iniciar al alumno en la investigación científica y aprovechar, en consecuencia, las cualidades pedagógicas de ésta.

Por otro lado, la carencia muchas veces de medios, complica todavía más la tarea del maestro que se ve muchas veces abocado de forma irremediable a trabajar de forma continua en el aula con propuestas únicamente teóricas.

2. Marco Empírico (Propuesta de intervención). Este apartado recoge el trabajo realizado dentro y fuera del aula siguiendo una metodología cualitativa, como se detallará más adelante, y en el contexto citado anteriormente, es decir: un aula de 4º curso de Educación Primaria en un centro educativo de Sant Cugat del Vallés, en Barcelona.

3. Análisis y discusión de los resultados.

4. Conclusiones.

## **2. MARCO TEÓRICO**

### **2.1 CIENCIA EXPERIMENTAL Y COMPETENCIAS BÁSICAS.**

#### **Ciencia, verdad y aprendizaje.**

Este TFG pretende mostrar los beneficios que el método de trabajo científico experimental puede aportar al aprendizaje en el aula de primaria.

Toda ciencia experimental posee una estructura de trabajo que va de la teoría a la práctica y después vuelve a la teoría, revisando la hipótesis inicial. Es decir: primeramente se formula una hipótesis desde una concepción teórica. Después esta hipótesis ha de ser puesta a prueba, contrastada para verificarla o no. Esta es la fase de la experimentación y recogida de datos. En tercer lugar, se procede al análisis y la reflexión sobre los datos obtenidos en la experimentación. Finalmente, se extraen conclusiones y se pone en práctica el conocimiento obtenido.

A partir de aquí, hay que tener en cuenta la realidad del conocimiento científico experimental. La teoría falsacionista de Popper (1991) propone una naturaleza siempre provisional de la ciencia experimental: una teoría es científica si es refutable, es decir, que toda hipótesis científica es verdadera simplemente hasta que se demuestre lo contrario. La ciencia experimental es siempre provisional.

Las consecuencias que se siguen en el aula de la naturaleza provisional de la verdad científica, no son en absoluto despreciables ya que aquello que se va a enseñar al alumno no es una verdad completa ni definitiva. Es importante permitirle distinguir entre una verdad del tipo “En octubre las temperaturas oscilan entre los 15 y 20 grados” y otra del tipo “Todos los hombres son libres por naturaleza”. Son dos verdades muy distintas. La segunda es una verdad filosófica o antropológica que es necesaria y universal. La primera, en cambio, tiene que ver con la ciencia meteorológica y no es ni universal ni necesaria; simplemente es un dato empírico recogido en unas condiciones determinadas que puede cambiar sin que esto constituya una alteración de la realidad y la naturaleza humanas.

En el informe DESECO se toma la definición de PISA de competencia científica como “La capacidad para usar el conocimiento científico, identificar las cuestiones científicas y concluir con base en la evidencia para comprender y ayudar a tomar decisiones sobre el mundo natural y los cambios hechos a través de la actividad humana” (OCDE, 2005) El

uso de la ciencia en el aula ha de permitir al alumno tomar decisiones que afectan a su vida escolar, familiar, social, ambiental... La ciencia en el aula pone al niño frente a la realidad, una realidad que es inagotable en el sentido de Popper ya que siempre está bajo revisión, y que permite al alumno adquirir un espíritu crítico que ha de lanzarle hacia su vida cotidiana con una visión nueva. Morin, 2001, citado por Carbó, Pigrau & Tarín (2008), escribió:

Un saber que confía más en el camino que se va haciendo que en la meta alcanzada, un saber que sabe de incertidumbres y dificultades. Quizás se trate de una forma de saber que se parece más a la vida entendida como una aventura con todos sus interrogantes, dudas y riesgos (p. 133).

Estas palabras de Morin han de ser entendidas teniendo en cuenta la existencia de dos planteamientos posibles: aprender ciencia y aprender de la ciencia o con la ciencia. El primer planteamiento se limita a enseñar una ciencia experimental, la que sea. El segundo utiliza una ciencia experimental para enseñar una serie de competencias que para el alumno son fundamentales. Este segundo recorrido es el que sigue este TFG, teniendo en cuenta que ayudar al alumno a construir su aprendizaje no significa adoptar una visión subjetiva de la realidad: el alumno no construye la realidad sino que mediante la práctica científica va construyendo su realidad interior. La realidad exterior se descubre, no se construye. El niño, entonces, ya no sólo está aprendiendo, sino que está aprendiendo a aprender en un proceso abierto que no acaba nunca, porque el aprendizaje tanto sobre el mundo como sobre uno mismo, no termina nunca.

Además, este aprendizaje lo lleva a cabo interactuando con el medio físico externo: el método científico experimental exige experimentación por lo que el maestro ha de proporcionar al alumno la posibilidad de realizar experiencias, experimentos, observaciones, etc. Y no es lo mismo hablar sobre algo que experimentarlo. El niño aprende tocando la realidad, a través de la vivencia y la interacción con su entorno. La observación y la interacción con el medio son las bases para la adquisición del conocimiento a través de la obtención de datos en la realidad. Estos datos han de ser recogidos mediante aparatos sencillos que, en muchos casos, pueden fabricar ellos mismos, lo que amplía el nivel de interacción con el medio físico.

A partir de aquí, el alumno ha de gestionar esa información, y esa gestión favorece el uso de las nuevas tecnologías. La ciencia experimental requiere el uso de las TIC, y en consecuencia favorece su aprendizaje. Es decir: cuando el alumno se introduce en el aprendizaje de las ciencias, ha de aprender a manejar una serie de recursos básicos

como son la lectura y la escritura y la expresión oral, las matemáticas y también las nuevas tecnologías.

### **Ciencia y lenguaje.**

El lenguaje de la ciencia experimental es el lenguaje matemático. La ciencia expresa la realidad mediante las matemáticas. En este sentido es reduccionista, ya que prescinde de lo cualitativo para centrarse únicamente en lo cuantitativo. El razonamiento es simple: lo cuantitativo se puede medir; lo cualitativo, no. Por consiguiente, queda fuera de la órbita de la ciencia experimental.

Teniendo en cuenta esto, es importante hacer ver al alumno que la realidad no se agota en el número. Hay que saber matizar la tesis que Galileo formuló en el siglo XVII en *Il saggiatore*, según la cual la naturaleza está escrita en lenguaje matemático. Las ciencias experimentales reducen la realidad a lo cuantitativo, pero ésta no se agota aquí; lo cualitativo sigue existiendo, pero la ciencia, con sus gafas no lo ve.

Sin embargo, el lenguaje habitual está lleno de referencias a lo cualitativo de la realidad: me gusta, no me gusta, es bueno, es malo, es bonito o no lo es...Por lo tanto, es importante enseñar al alumno a hablar en el lenguaje científico. Esta enseñanza tiene la ventaja de exigir objetividad, orden, precisión y exactitud, características que han de servir al alumno para desarrollar su propia capacidad lingüística. No es lo mismo afrontar la realidad desde un punto de vista científico que desde la cotidianidad:

Describir es esencial para conocer la realidad y construir representaciones sobre ella. Se describen, objetos, hechos, procesos, cambios, vivencias, sentimientos, etc. Sin embargo, no es lo mismo describir qué hay en el mar desde la perspectiva cotidiana que hacerlo desde la perspectiva científica (Pujol, 2007, p. 166).

Por consiguiente, podemos extraer dos conclusiones: primeramente, los requerimientos del lenguaje científico permiten al alumno, por un lado, estructurar su lenguaje y además, dotarlo de precisión. Siguiendo a Pujol (2007), se enseña a los alumnos a argumentar.

Por otro lado, la naturaleza cuantitativa del lenguaje científico exige de la práctica de las matemáticas. El cálculo y la recogida de datos numéricos son realidades cotidianas pertenecientes a la ciencia experimental que enfrentan al alumno de forma natural con las matemáticas. Ya no se está aprendiendo a multiplicar, si no que la multiplicación forma parte del lenguaje.

Según Pujol, el dibujo también es una forma de lenguaje descriptivo: “Dibujar es una forma de representar alguna cosa, de hablar de algún aspecto del mundo exterior” (2007, p. 160) y “dibujar suele ser una de las actividades más frecuentes en las clases de ciencias de primaria, pretendiendo que los escolares representen los elementos más destacados de las explicaciones, observaciones o lecturas realizadas.” (2007, p. 160)

La actividad científica también se representa mediante la expresión gráfica, como parte de su lenguaje. Un cuaderno de campo forma parte del material de un científico escolar, el cual deberá representar la realidad desde la observación directa, y ese dibujo ha de ser un apoyo a su posterior argumentación, por lo que ha de poseer cierta similitud con el original representado.

Pero no sólo eso, sino que además entra en juego la imaginación del alumno y sus conocimientos previos, para poder representar situaciones a largo plazo o que son de difícil observación porque, por ejemplo, se dan en el interior de un organismo:

Mediante el dibujo los escolares tienen la posibilidad de desarrollar historias. A través de éstas pueden relacionar aquello que ven con aquello que no es visible pero que es posible imaginar, permitiéndoles elaborar interpretaciones que den un nuevo sentido a las ideas ya elaboradas (Pujol, 2007, p. 162).

Aquí se pone en juego toda una dinámica intelectual que incluye lo observado, relacionándolo con la imaginación que es alimentada por el conocimiento adquirido. El dibujo es entonces una hipótesis de la realidad que no podemos observar pero que podemos suponer.

### **Ciencia y personas.**

La educación científica debe aportar sobre todo mejores personas. No es el hombre el que está al servicio de la ciencia, sino que es la ciencia que está al servicio del hombre. Análogamente, el trabajo científico en el aula está al servicio del alumno. No se trata de modelar futuros científicos, sino de que mediante la práctica científica los alumnos crezcan interiormente:

“Los ciudadanos del siglo XXI, integrantes de la denominada “sociedad del conocimiento”, tienen el derecho y el deber de poseer una formación científica que les permita actuar como ciudadanos autónomos, críticos y responsables. Para ello, es necesario poner al alcance de todos los ciudadanos esa cultura científica imprescindible y buscar elementos comunes de un saber compartido.” (RD 1513/2006 BOE 293 p.42053)

Hasta aquí se ha podido ver como la ciencia experimental permite al alumno facilitar la adquisición de las competencias básicas: aprender a aprender, interacción con el medio, comunicación, competencia matemática, tratamiento de la información y uso de las TIC y desarrollo de las cualidades artísticas y manuales del niño.

Pero, además, las ciencias devienen “una mediación para la vida social, y por este motivo se hace necesaria una sociedad científicamente alfabetizada.” (Bernal, 2005, p. 4).

El trabajo científico favorece la adquisición de competencias sociales y ciudadanas y ayuda a mejorar la autonomía e iniciativa personal: el trabajo en equipo y la necesidad de un pensamiento crítico y de apertura mental, facilitan al alumno el desarrollo de su capacidad para interactuar y relacionarse con los demás; en otras palabras: adquiriendo o mejorando su empatía.

Pero el auténtico motor de la ciencia y del científico es la curiosidad, que también es una de las características definitorias de todo niño. Los niños son curiosos: se sorprenden continuamente ante un mundo que están empezando a conocer. La curiosidad es el impulso que constantemente mueve al niño a enfrentarse a la realidad. Es fuente de autonomía e iniciativa. Preguntarse el por qué de las cosas es común al niño y al científico. De ahí la adecuación de la práctica científica en educación primaria y su idoneidad para desarrollar la autonomía en el niño. Resumiendo en palabras de Furman en el IV Foro Latinoamericano de Educación:

De lo que se trata, en suma, es de utilizar ese deseo natural de conocer el mundo que todos los chicos traen a la escuela como plataforma sobre la cual construir herramientas de pensamiento que les permitan comprender cómo funcionan las cosas y pensar por ellos mismos. Y, también, de que el placer que se obtiene al comprender mejor el mundo alimente la llama de su curiosidad y la mantenga viva (Furman, 2008, p. 1).



## 2.2 CIENCIA EXPERIMENTAL E INTELIGENCIAS MÚLTIPLES.

### Las inteligencias múltiples de Gardner<sup>2</sup>.

Gardner define inteligencia como la capacidad de resolver problemas o de crear productos que sean valiosos en una o más culturas:

Me parece que una competencia intelectual humana debe dominar un conjunto de habilidades para la solución de problemas —permitiendo al individuo *resolver los problemas genuinos o las dificultades* que encuentre y, cuando sea apropiado, crear un producto efectivo— y también debe dominar la potencia para *encontrar o crear problemas* —estableciendo con ello las bases para la adquisición de nuevo conocimiento. Estos prerrequisitos representan mi esfuerzo por centrarme en las potencias intelectuales que tienen cierta importancia dentro de un contexto cultural. Al mismo tiempo, reconozco que el ideal de lo que se valora variará en grado notable, a veces incluso de manera radical, a través de las culturas humanas, en que la creación de nuevos productos o planteamiento de nuevas preguntas tendrá relativamente poca importancia en determinados ambientes (2001, p. 60-61).

Es decir, resumiendo este párrafo de Gardner, Inteligencia es la capacidad para resolver problemas, para generar planteamientos y para crear productos u ofrecer servicios dentro del propio contexto cultural.

Gardner habla de Inteligencia, no de la Inteligencia porque distingue entre diversos tipos que combinamos y usamos en diferentes grados y formas de manera personal y única. Al ser una capacidad para resolver problemas y existir una multitud de ellos que requieren perspectivas distintas para ser resueltos, hay también muchas inteligencias. Gardner propone una primera lista de hasta ocho inteligencias: musical, corporal-kinésica, lingüística, matemática, espacial, interpersonal, intrapersonal y naturalista (Tabla 1, Anexo 1). Estas inteligencias se combinan para lograr aprendizajes significativos.

Por consiguiente, una persona posee diferentes habilidades según tenga más capacidad en una inteligencia que en otras. Esta capacidad viene dada por la dotación genética, pero también tiene una parte educable. Así, si una persona posee una alta inteligencia lingüística significa que es hábil con las palabras; si destaca su inteligencia lógico-

---

<sup>2</sup> En este apartado no se pretende hacer una exposición exhaustiva de la teoría de Gardner. Simplemente se hará una presentación general que sirva para el objetivo de mostrar cómo mediante la ciencia experimental podemos trabajar las ocho inteligencias de Gardner.

matemática, es que es hábil con los números y desarrolla sus pensamientos a través de la reflexión y el razonamiento.

En consecuencia, que un niño no sea hábil con los números no significa que no sea inteligente. No existe una inteligencia única ni una persona más inteligente que otra; simplemente sus inteligencias, en plural, pertenecen a campos diferentes. Habrá que ver, según Gardner, qué inteligencia tiene más desarrollada -por ejemplo la espacial, donde los pensamientos se desenvuelven a través de imágenes- y entonces enfocar la enseñanza hacia esa perspectiva. Así, desde la visión del maestro, una asignatura no puede enseñarse de una única manera. Puede enseñarse de formas distintas. Y, desde el punto de vista del niño, las cosas no tienen porque aprenderse de la misma manera.

Esta visión de la inteligencia puede enmarcarse dentro de la concepción de la educación como personalizada (Gardner, 2012) ya que tiene la ventaja de fomentar la búsqueda del punto fuerte de cada niño, su propio estilo de aprendizaje, para que pueda desarrollar su potencial mediante la combinación y la interacción de las diferentes inteligencias, permitiéndole aprehender la realidad desde su propia potencialidad personal. Por este motivo es sumamente interesante el planteamiento de Gardner. Amplía horizontes a la educación personalizada y le proporciona una fundamentación desde la multiplicidad de inteligencias. El niño es el auténtico protagonista de un aprendizaje que puede abordar desde diferentes perspectivas, según sus inteligencias o puntos fuertes que el maestro-guía ha de esforzarse por conocer y desarrollar – o facilitar que el niño los desarrolle-.

### **Ciencia e inteligencias múltiples.**

La ciencia experimental facilita el desarrollo de la inteligencia del niño desde una visión múltiple de la misma, siguiendo los pasos de Gardner. Posibilita, además, unir en un mismo equipo a personas con diferentes capacidades y hacerlas funcionar a la vez, formando un auténtico equipo: uno será más hábil con el lenguaje matemático, otro con la experimentación, otro con el trabajo de campo o la representación gráfica, la expresión oral o la capacidad de síntesis... todas estas posibilidades, que son reales y se reúnen en los diferentes tipos de inteligencia, están ya en la práctica científica. Así, pueden trabajar a la vez en un mismo proyecto personas de capacidades o habilidades muy diferentes, complementándose perfectamente y buscando un objetivo común.

Las diferentes inteligencias se desarrollan dentro de la experimentación científica:

La inteligencia lógico-matemática: la ciencia se expresa en lenguaje matemático así que esta inteligencia juega un papel importante dentro de la práctica científica.

La inteligencia naturalista: constantemente se interactúa con la naturaleza explorando el medio físico e interactuando con él y con los seres vivos.

La inteligencia lingüística: es necesario exponer las ideas y resultados en forma verbal y escrita. Es sencillo apreciar la necesidad de exponer ante los demás compañeros y de forma oral los resultados y conclusiones obtenidos.

La inteligencia espacial: diseñar, dibujar, construir, son habilidades propias de esta inteligencia que se desarrollan a través de la ciencia. Desde construir aparatos de medida sencillos, hasta dibujar las observaciones o gráficas con los datos obtenidos.

La inteligencia cinético-corporal: tocar y moverse también son actividades propias del científico. Hacer salidas, moverse e interactuar con el medio y los objetos propios de la investigación.

La inteligencia interpersonal: relacionarse con el resto del equipo e interactuar con el otro es necesario en la práctica científica porque se trabaja en equipo. Dar y recibir información necesita de la empatía con el otro; planificar y llevar a cabo reuniones de trabajo en grupo para comentar los resultados...

La inteligencia intrapersonal: la reflexión y la autoevaluación del trabajo realizado, es decir: una visión crítica del propio trabajo; el conocimiento del propio rol dentro del grupo de trabajo.

La inteligencia musical: seguramente esta es la inteligencia más periférica de todas respecto de la práctica científica. El niño que destaca en esta inteligencia, ¿qué puede hacer?; ¿cómo se fomenta desde la ciencia en el aula? La estimulación del trabajo mediante el uso de la música es un ejemplo: permitir al alumno trabajar mientras escucha música. Además, el lenguaje musical está muy relacionado con el lenguaje matemático que sí es necesario. Por otro lado, la sensibilidad por la música también está relacionada con la sensibilidad por la naturaleza y sus sonidos. El alumno que destaca en esta inteligencia puede de esta manera, encontrar motivaciones dentro de la ciencia experimental.

Por consiguiente, la ciencia experimental puede abarcar el trabajo con las ocho inteligencias de Gardner, por un lado, y facilitar la adquisición de las ocho competencias

básicas. Ahora hay que ver cómo se desarrolla todo esto de forma práctica a través de una ciencia experimental concreta: la Meteorología.

### **2.3. FUNDAMENTOS DE METEOROLOGÍA.**

Este apartado del TFG tiene como objetivo proporcionar una serie de conceptos clave que permitan entender la ciencia meteorológica. Ciertamente, no se trata de ser un experto en el tema, ya que la propuesta presentada en este TFG no consiste en el aprendizaje de la Meteorología, sino en el valor de la ciencia experimental como instrumento pedagógico, concretamente a través del estudio, de forma básica, de los factores climáticos.

Volviendo a la definición propuesta en la introducción, la Meteorología es la “Ciencia que estudia el estado físico de la atmósfera en un momento determinado y que tiene como objetivo principal predecir la evolución de este estado.” (Sánchez & Rivera, 1992)

Es necesario tener en cuenta que la presión, la temperatura y la humedad son “los factores climáticos fundamentales en el estudio y predicción del tiempo”. (Senamhi, 2008)

Estos factores, así como otros como la dirección y velocidad del viento, son medibles mediante aparatos técnicos: “La meteorología utiliza instrumentos esenciales, como el barómetro o el termómetro para determinar los valores absolutos, medios y extremos de los factores climáticos.” (Senamhi, 2008)

Se trata entonces de recoger de forma sistemática y controlada mediante una serie de instrumentos, datos relacionados con el clima. Estos datos han de permitir entender los fenómenos meteorológicos que se han producido y cuál será su evolución:

“La observación meteorológica consiste en la medición y determinación de todos los elementos que en su conjunto representan las condiciones del estado de la atmósfera en un momento dado y en un determinado lugar utilizando instrumental adecuado. Estas observaciones realizadas con métodos y en forma sistemática, uniforme, ininterrumpida y a horas establecidas, permiten conocer las características y variaciones de los elementos atmosféricos, los cuales constituyen los datos básicos que utilizan los servicios meteorológicos, tanto en tiempo real como diferido.” (Senamhi, 2008)

Los cinco instrumentos con los que los alumnos trabajarán son los siguientes (Sánchez & Rivera, 1992):

1. Anemómetro: Instrumento meteorológico que mide la velocidad del viento.
2. Anemoscopio (o veleta): instrumento meteorológico que indica la dirección del viento.
3. Barómetro: Instrumento meteorológico que mide la presión atmosférica.
4. Pluviómetro: instrumento meteorológico que mide la cantidad de agua caída.
5. Termómetro: instrumento meteorológico que mide la temperatura del aire.

## **2.4. CARACTERÍSTICAS DE LOS ALUMNOS.**

En la introducción ya se expuso el perfil del alumnado implicado en este TFG: alumnos de 4º curso de Educación Primaria. Por consiguiente, hay que situarse en el Ciclo Medio de Educación Primaria, es decir: alumnos de entre 8 y 9 años.

A esta edad, el pensamiento del niño “adquiere un papel predominante, de modo que gran parte de la actividad y los intereses del niño se centran en el terreno del descubrimiento y del desarrollo intelectual. Se vuelve más analítico y hay una mayor disposición para la observación.” (Alcázar & Losantos, 2006, p. 26).

Las preguntas de los niños a esta edad “tienen como finalidad averiguar el origen y fin de las cosas” (Alcázar & Losantos, 2006, p. 25), y buscan

el conocimiento de los procesos, el para qué sirven las cosas, cuál es el origen de las personas y animales, cuál es el fin de las personas y qué mecanismos rigen o determinan los procesos climáticos, los cambios estacionales o las leyes de la naturaleza (Alcázar & Losantos, 2006, p. 25).

Por consiguiente, estamos ante una edad que prioriza o empieza a priorizar hacer preguntas que pretenden responder al fundamento de la realidad que les rodea, y en concreto, preguntas sobre la naturaleza y el clima. Así, el estudio de la Meteorología despertará de forma natural el interés del niño. De hecho, la introducción de este ámbito de conocimientos está incluida dentro del currículum de Educación Primaria.

En el Ciclo Medio, y dentro de la competencia de Conocimiento e interacción con el mundo físico, en su bloque 1 (El entorno y su conservación), se contempla el trabajo de medida e interpretación de los fenómenos atmosféricos: “Variables meteorológicas: temperatura, humedad, viento, precipitaciones. Uso de aparatos meteorológicos e iniciación a los registros y representaciones gráficas del tiempo atmosférico”. (RD 1513/2006 BOE 293 p.43066).

Sin embargo, no se trata de proporcionar a los alumnos material técnico sofisticado. En ningún momento se pretende enseñar a los alumnos a manejar una estación meteorológica profesional. Aquí la Meteorología es un medio y no un fin.

Estos aparatos (Anemómetro, Anemoscopio, Barómetro, Pluviómetro y Termómetro) pueden construirse de forma sencilla en el aula<sup>3</sup>. Las mediciones que se obtendrán no tendrán una gran exactitud, pero sí que servirán para introducir al alumno en el mundo de la investigación científica y aprovechar sus cualidades pedagógicas.

---

<sup>3</sup> Su construcción se abordará con más detalle en el Marco empírico.

### **3. MARCO EMPÍRICO.**

#### **3.1 RELACIÓN DEL OBJETIVO DEL TFG CON EL MARCO EMPÍRICO.**

El Objetivo General de este TFG, expresado ya en la Introducción, consistía en conocer las posibilidades del trabajo científico-experimental como método pedagógico, utilizando para ello una ciencia experimental concreta, la meteorología, y una propuesta de intervención en el aula de Educación primaria.

Con este fin se han realizado una serie de sesiones con un grupo de alumnos de 4º de Primaria, con los que se ha puesto en práctica la citada propuesta de intervención, diferenciándolos así de otros tres grupos del mismo nivel.

Posteriormente, se ha llevado a cabo un estudio comparativo entre los cuatro grupos, teniendo como objetivo comparar el aprendizaje del primer grupo, que ha realizado su aprendizaje mediante el apoyo de la experimentación científica, con los otros tres, que han recibido una formación de tipo más convencional.

#### **3.2 BASES DE LA PROPUESTA.**

##### **Población y muestra.**

Tal y como está indicado en la Introducción, hay que situar el Marco Empírico en una clase de 4º de Primaria (4º B), de 26 alumnos todos ellos varones, y donde no se han detectado problemas destacables de aprendizaje.

El colegio es concertado tanto en Primaria como en Secundaria, pero privado en Bachillerato. Está situado en San Cugat del Vallés, en la Provincia de Barcelona, y es de perfil cultural y económico de nivel medio-alto.

Existen cuatro líneas por cada uno de los seis cursos de Educación Primaria. Los otros cuartos son el A (23 alumnos), el C (23 alumnos) y el D (21 alumnos), todos ellos con características análogas al B y sin diferencias remarcables.

Las instalaciones del colegio son muy amplias tanto en aulas como en edificios, teniendo pabellones separados de Educación Primaria, Secundaria y Bachillerato. Además, las zonas de descanso también son muy extensas y cuentan con una amplia población de pino mediterráneo, sin intervenciones agresivas en el suelo como asfaltados o estructuras

metálicas. Este contexto favorece el contacto con un ambiente natural de forma sencilla y sin salir del colegio, ideal para la investigación científica de campo.

### **Distribución del trabajo.**

Los alumnos han trabajado tanto dentro como fuera del aula. Dentro del aula se han propuesto las siguientes tareas:

1. Bases teóricas: el clima y su estudio.
2. Construcción de un instrumento de medición meteorológica.
3. Estudio de los datos obtenidos y preparación para su presentación.
4. Presentación de los datos.

Fuera del aula los alumnos han realizado lo siguiente:

1. Colocación del instrumento construido en un lugar adecuado.
2. Extracción y registro de datos.

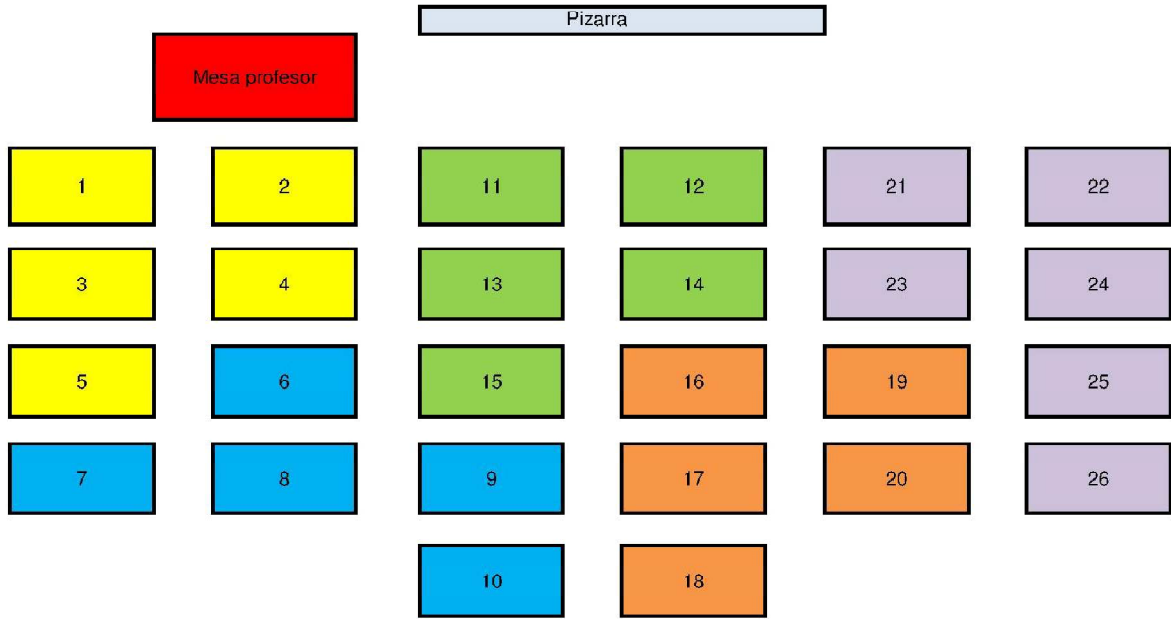
### **Distribución del grupo en el aula.**

La actividad se realiza por equipos: cinco grupos de cinco alumnos y uno de seis alumnos. Sin embargo, toda la instrucción teórica se ordena de forma individual. Esto significa modificar la disposición de los pupitres ya que los alumnos se sientan habitualmente de forma individual, pero los trabajos los realizan por equipos.

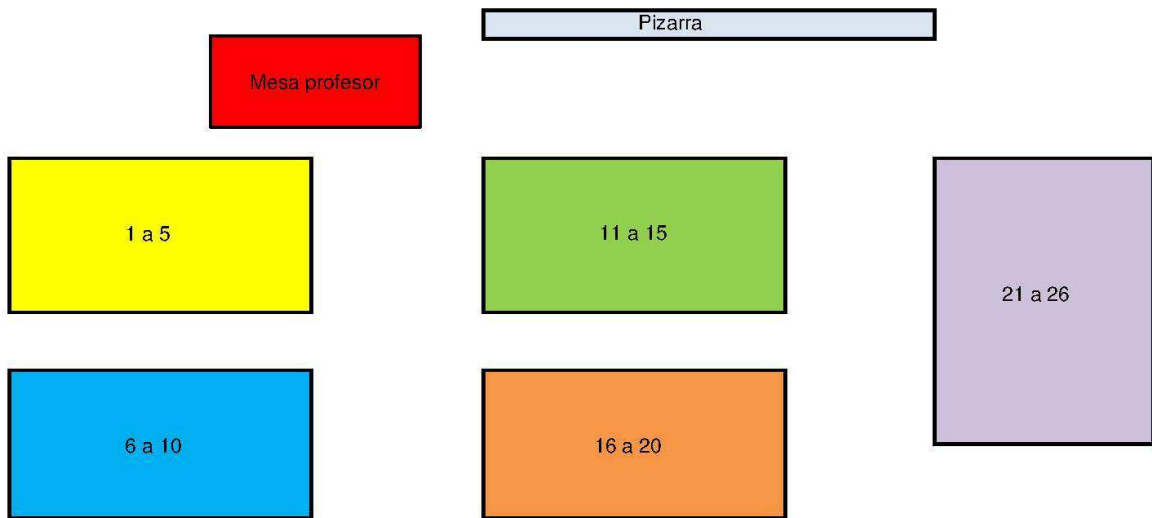
Para formar los grupos simplemente se ha atendido a la proximidad en la disposición dentro de la clase, con el fin de evitar molestias en las demás asignaturas. La clase quedará distribuida tal y como se muestra en las figuras uno y dos.

Los alumnos han de colocarse siempre de la misma forma a la hora de trabajar en equipo para conseguir el hábito lo antes posible y evitar distorsiones que afecten negativamente al trabajo de clase, tanto en la actividad propuesta como antes y después.





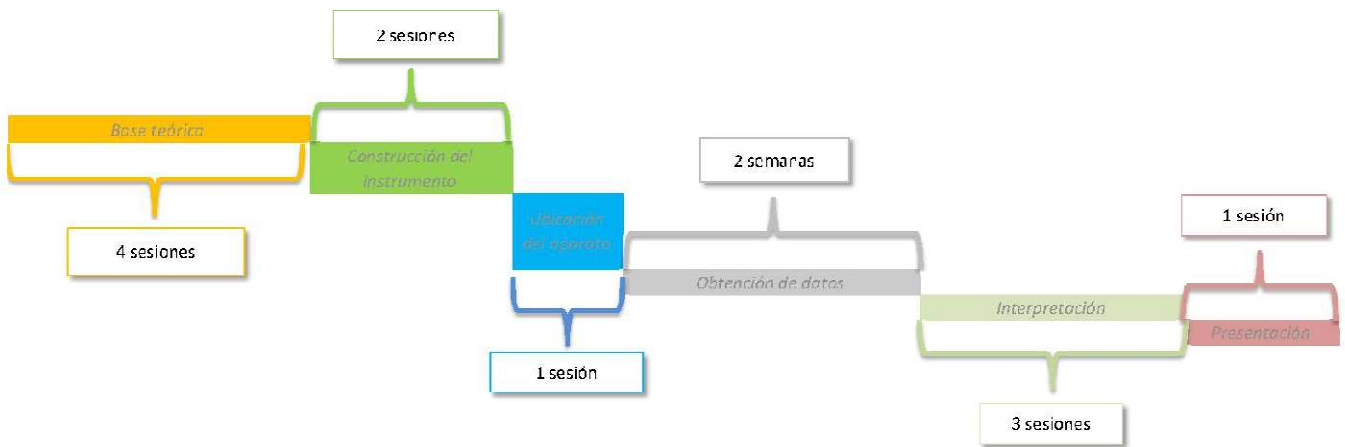
**Figura 1: Disposición individual de la clase (de elaboración propia).**



**Figura 2: Disposición en grupos de la clase (de elaboración propia).**

## Distribución temporal.

Atendiendo a lo expuesto anteriormente, la distribución del tiempo quedará de la siguiente forma (véase la figura 3):



**Figura 3: Distribución temporal de las sesiones (de elaboración propia).**

Hay un total de 11 sesiones. Aquí no se tiene en cuenta el tiempo necesario para tomar las mediciones (2 semanas) porque los alumnos las realizan al llegar por la mañana y en los descansos, por lo que no interfieren en el desarrollo de las clases. Teniendo en cuenta que cada semana reciben 4 sesiones de esta asignatura (Medio Natural), el tiempo total de dedicación efectiva es de 2 semanas y media, aunque el intervalo total de tiempo, contando las mediciones, es de 1 mes.

Además, es necesario tener en cuenta la distribución temporal de las otras tres clases de 4º de primaria (A, C y D). Ellos dedican las 11 sesiones a explicación únicamente en el aula, dentro del tema 3, "El clima" (Casajuana, García, Gatell, & Martínez, 2013), de su libro de curso. Así, frente a las 4 sesiones teóricas del grupo de control (4º B), otros 3 grupos recibirán 7 sesiones más, pero ninguna práctica.

Teniendo en cuenta esto, la distribución por semanas es la siguiente:

Primera semana: explicación teórica en la clase.

Segunda semana: las dos primeras sesiones se dedican a la construcción de los instrumentos, mientras que en la tercera se ayuda a los alumnos a colocarlo en un lugar

adecuado, realizando las primeras mediciones de prueba para familiarizarse con el aparato.

Tercera y cuarta semanas: durante este intervalo de tiempo, la asignatura sigue su curso habitual en el aula, siguiendo con los temas sucesivos, mientras que los alumnos van acumulando mediciones.

Quinta semana: durante las cuatro sesiones de esta semana, en las tres primeras los alumnos se colocan en la clase por equipos y, con la ayuda del maestro van desglosando y analizando la información para poder presentarla a sus compañeros en la última sesión de la semana. Esta presentación no dura más de 10 minutos, y los alumnos hablan por turnos, presentando material gráfico elaborado por ellos.

### **Descripción de las fases del procedimiento.**

**Base teórica:** En primer lugar se ha de proporcionar a los alumnos unas bases teóricas. Durante cuatro sesiones los alumnos conocen los siguientes temas:

1. El clima y el termómetro.
2. La presión y el barómetro.
3. Las precipitaciones y el pluviómetro.
4. El viento, el anemómetro y el anemoscopio (veleta).

Sin embargo, es necesario revisar los conocimientos previos de los alumnos. En particular, los siguientes conceptos:

1. Las estaciones del año.
2. Los estados del agua.
3. El concepto de instrumento de medida.
4. El concepto de representación gráfica.

**Construcción del instrumento:** Una vez revisados y adquiridos estos conceptos, se procede a construir por equipos el propio instrumento de medida. Cada uno de los cinco equipos, por sorteo, escoge uno de los cinco instrumentos posibles. Durante dos sesiones

se procederá a su construcción<sup>4</sup>. Dada la sencillez de los mismos, la construcción se realiza únicamente en la primera sesión y la segunda sirve para probar cada uno de los aparatos y ver cómo funcionan. Los materiales necesarios para construirlos son los siguientes:

Veleta: cartón, 1 varilla de madera, 2 tacos para tornillos, porexpan.

Anemómetro: 4 cucharas de plástico, porexpan, 1 varilla de madera, 2 tacos para tornillos.

Barómetro: 1 tarro de cristal, 1 globo elástico, 1 goma elástica, 1 pajita, celo, 1 folio.

Pluviómetro: 1 botella de plástico, 1 regla de plástico, plastilina.

Termómetro: 1 tarro de cristal con tapa de rosca, alcohol, agua, colorante para alimentos, plastilina, 1 pajita.

Por otro lado hay que tomar como excepción el termómetro. El que construyan los alumnos tendrá únicamente la función de permitirles entender cómo funciona, pero las mediciones se realizarán con un termómetro de mercurio.

**Ubicación de los instrumentos:** Para situar el aparato es necesario buscar un lugar exterior a la clase. Para esta actividad, el colegio en cuestión cuenta con unas instalaciones muy amplias. Los instrumentos se sitúan en zonas separadas para que unos grupos no influyan en otros y para que las muestras sean lo más independientes posibles.

Aspectos que se han tenido en cuenta en la colocación han sido los siguientes:

1. En la medida de lo posible son los alumnos los que escogen el lugar, pero siempre con la ayuda del profesor.
2. Todos ellos han de estar colocados en lugares accesibles a los alumnos
3. El pluviómetro ha de situarse en una zona donde ninguna superficie tape la obertura del mismo.
4. El termómetro ha de estar alejado de cualquier fuente de calor.

---

<sup>4</sup> Para construir la estación meteorológica, se han seguido las instrucciones proporcionadas en "CIESE. Proyectos de información en tiempo real" ([www.ciese.org](http://www.ciese.org)), muy fáciles de realizar y con materiales muy sencillos. No obstante existen en Internet multitud de páginas donde se indica cómo construir fácilmente este tipo de instrumentos.

5. El barómetro ha de estar situado en una zona de sombra donde no hayan cambios de temperatura que puedan afectar las mediciones.

6. Tanto el anemómetro como la veleta han de colocarse en una zona con un perímetro amplio que esté despejado de paredes, para evitar que interfieran en la velocidad y dirección del viento.

**Obtención de los datos:** Durante dos semanas los alumnos recogen datos que apuntan en su cuaderno de campo. Este cuaderno consiste en una tabla donde se registran las mediciones tomadas para después poder ponerlas en común y trabajarlas. Los modelos de tabla son los siguientes (véase tablas 1 a 5):

Tabla 1. Registro de datos para el Termómetro:

Día	Hora	Condiciones del cielo	Temperatura (°C)

De elaboración propia

Tabla 2. Registro de datos para la Veleta:

Día	Hora	Condiciones del cielo	Dirección del viento (N, S, E, W)

De elaboración propia

Tabla 3. Registro de datos para el Pluviómetro:

Día	Hora	Condiciones del cielo	Precipitaciones (mm)

De elaboración propia

Tabla 4. Registro de datos para el Anemómetro

<b>Día</b>	<b>Hora</b>	<b>Condiciones del cielo</b>	<b>Velocidad del viento (vueltas/minuto)</b>

De elaboración propia

Tabla 5. Registro de datos para el Barómetro:

<b>Día</b>	<b>Hora</b>	<b>Condiciones del cielo</b>	<b>Presión (-2, -1, 0, 1, 2)</b>














De elaboración propia

En todos los modelos de tabla coinciden tres campos: día de la medición, hora en que se realizó y condiciones del cielo. Este tercer campo está referido a una serie previamente establecida de fenómenos atmosféricos. La lista es la siguiente:



1. Nubes: despejado, nuboso, muy nuboso.
2. Lluvia: llovizna, lluvia, tormenta.
3. Viento: flojo, moderado, fuerte, muy fuerte.
4. Niebla.
5. Nieve.
6. Granizo.

Algunos de estos campos pueden combinarse entre sí, por ejemplo: despejado y viento moderado, o lluvia moderada y viento fuerte. Además cada uno de estos fenómenos va acompañado de su simbología (Berdonces, 2007). La lista de símbolos se recoge en la tabla 6.

**Tabla 6. Símbolos**

Fenómeno	Símbolo			
<b>Nubes</b>	 Despejado	 Nuboso	 Muy Nuboso	
<b>Lluvia</b>	 Llovizna	 Lluvia	 Tormenta	
<b>Viento</b>	 Flojo	 Moderado	 Fuerte	 Muy Fuerte
<b>Niebla</b>	 Niebla			
<b>Nieve</b>	 Nieve			
<b>Granizo</b>	 Granizo			

De elaboración propia

Así, un día lluvioso con viento fuerte se representaría de la siguiente forma:  

**Interpretación:** Dos semanas después de ubicar los instrumentos, los alumnos han registrado ya suficientes mediciones y cuentan con datos para poder realizar el estudio. En esta parte del proyecto se vuelve a la clase, aunque se continúa trabajando por equipos.

Para realizar la interpretación los alumnos trabajan con la información registrada en las tablas (véase tabla 7).

Tabla 7. Ejemplo de datos obtenidos con el termómetro.

Día	Hora	Condiciones del cielo	Temperatura (°C)
25.11.13	2:53	☉ ☼ ↓	14.5
26.11.13	3:19	☉ ☼ ↓	16
27.11.13	9:20	☉ ☼ ↓	5
27.11.2013	11:10	☉ ☼ ↓	9
27.11.2013	3:06	☉ ☼ ↓	10
28.11.13	9:34	☉ ☼ ↓	6
29.11.13	3:12	☉ ☼ ↓	4
2.12.13	11:48	☁ ↓	11
3.12.13	3:10	☁ ↓	12
3.12.13	9:16	☉ ☼ ↓	12

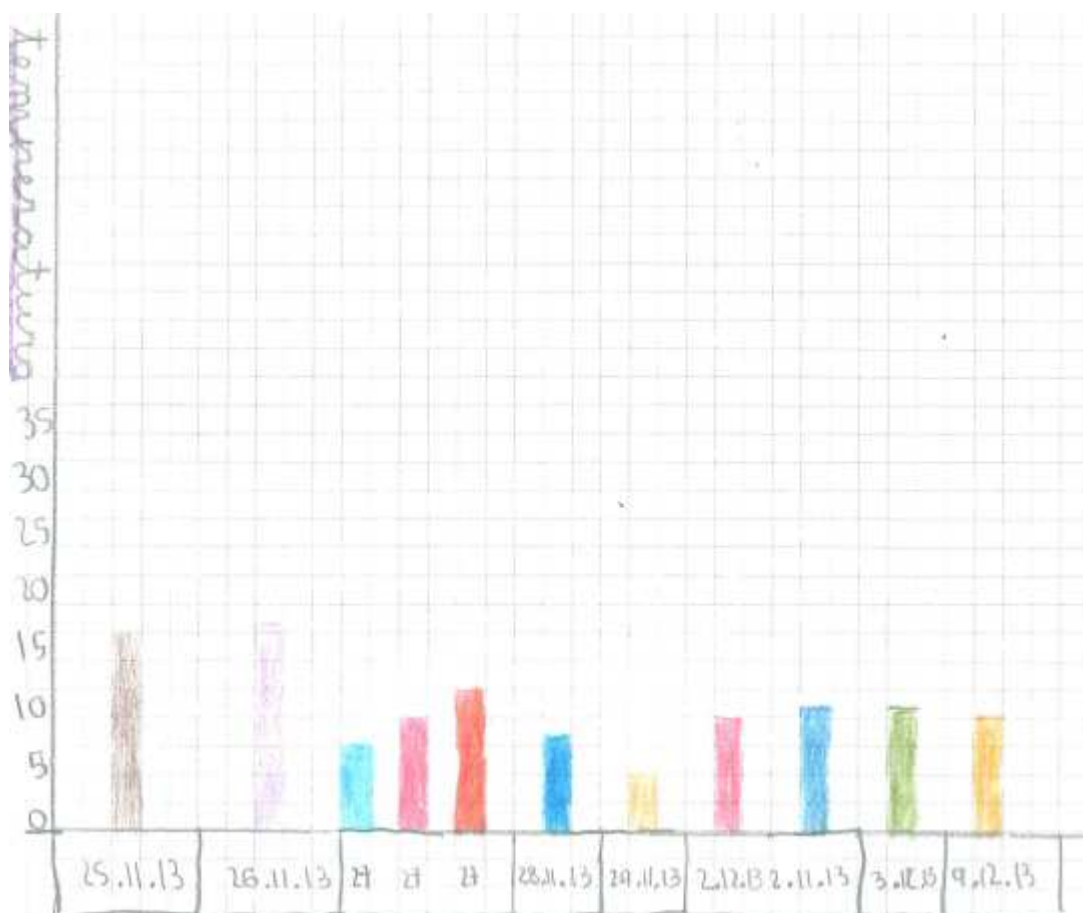
De elaboración propia

Los alumnos extraen con facilidad la siguiente información de la tabla:

1. El día que hizo más calor fue el 26 de noviembre con 16 °C, mientras que el día 29 aproximadamente a la misma hora, la temperatura era sólo de 4° C, más baja de todas.
2. Las temperaturas han oscilado 12 grados de la más alta a la más baja.
3. El día que hizo más calor y el que hizo más frío, las condiciones del cielo eran las mismas: despejado y viento flojo.
4. De los 7 días en que se ha tomado una medición, el viento ha sido suave en 5 y moderado en los otros 5.
5. Durante seis días el cielo ha estado despejado, menos el día 2 en que estaba muy nuboso.



**Presentación:** Finalmente los alumnos han de presentar los datos obtenidos a sus compañeros, y lo hacen en forma gráfica. Un ejemplo aparece reflejado en la figura 4.



**Figura 4: Ejemplo de gráfica de temperatura (De elaboración propia).**

Mediante esta gráfica de líneas, el equipo que mide las temperaturas puede mostrar a sus compañeros los datos obtenidos entre el 26 y el 29 de noviembre de forma sencilla y visual, fácil de leer y explicar.

### **3.3 EL CUESTIONARIO.**

Una vez acabadas todas las sesiones, se ha pasado un cuestionario/examen de elaboración propia a los cuatro grupos con el que se pretende medir el aprendizaje de los alumnos y apreciar con mayor claridad las diferencias en el mismo.

El cuestionario se realizó de forma simultánea en los cuatro cursos. La metodología fue la siguiente: el tiempo total de la sesión era de 50 minutos distribuidos en tres partes.

Durante los primeros 10 minutos se procedió al reparto del cuestionario y a la lectura del mismo en voz alta por parte del profesor. Éste podía responder a preguntas de forma pero no de contenido. Posteriormente, los alumnos tenían 35 minutos para completar el cuestionario. Durante los últimos 5 minutos se recogió la prueba y se preparó la clase siguiente.

Los alumnos tuvieron que responder a 10 preguntas de diferentes tipos relacionadas con la Meteorología. Las preguntas fueron las siguientes:

**1. ¿Qué es la Meteorología?**

**2. ¿Te gusta la Meteorología? ¿Por qué?**

**3. Marca con una X qué mide cada uno de estos aparatos.**










	Temperatura	Presión	Lluvia	Velocidad del viento	Dirección del viento
Barómetro					
Termómetro					
Anemómetro					
Veleta					
Pluviómetro					

**4. ¿Qué relación existe entre la presión atmosférica y la temperatura?**

**5. ¿Qué tipo de instrumentos buscarías o utilizarías si quisieras describir el tiempo de un día cualquiera a alguien?**

**6. ¿Qué tipo de información sería importante reunir para describir el tiempo?**

**7. ¿Qué significan estos símbolos?**

**8. Imagina que quieres saber cuánto llueve cada día durante una semana. ¿Cómo lo harías? Explícalo detalladamente.**

**9. Responde verdadero V o falso F a estas preguntas:**

Las veletas miden la velocidad del viento.

Los cuatro puntos cardinales son N, S, E, O.

Para medir bien la temperatura, el termómetro se coloca en posición horizontal.

Es importante colocar el pluviómetro en un lugar recogido para que no se moje.

El anemómetro funciona mejor si hace frío.

Para estudiar el clima hay que tomar diversas mediciones al día con diferentes instrumentos.

**10. Con estos datos obtenidos con un pluviómetro, dibuja un gráfico de barras.**

Día	cm de lluvia
Lunes (L)	18
Martes (M)	15
Miércoles (X)	8
Jueves (J)	1
Viernes (V)	13

**Análisis previo de las preguntas del cuestionario.**

Las 10 preguntas del cuestionario pretenden responder a una serie de preguntas clave para dilucidar las diferencias en aprendizaje del grupo B respecto de los grupos, A, C y D.



La primera pregunta del cuestionario tiene como objetivo conocer hasta qué punto los alumnos son capaces de definir con sus propias palabras qué es la Meteorología. Una respuesta correcta debe incluir, de alguna manera, que la Meteorología trata sobre la predicción del tiempo. Una respuesta incorrecta confunde Meteorología con los meteorólogos o con los instrumentos que utilizan.

La segunda pregunta es fundamental, ya que mide el grado de satisfacción que produce en el alumno el aprendizaje, en este caso, diferenciando entre un aprendizaje eminentemente teórico y otro enfocado de forma más práctica.

La tercera pregunta trata de verificar si los alumnos entienden la finalidad de cada uno de los instrumentos meteorológicos: si miden temperatura, presión, lluvia y velocidad o dirección del viento.

La cuarta pregunta es seguramente la más difícil de todas, y pretende esclarecer hasta qué punto los alumnos son capaces de realizar un esfuerzo deductivo y relacional. La respuesta correcta ha de explicar, de alguna forma, que a menor temperatura la presión es mayor; y a temperaturas elevadas, la presión es menor, debido a que el aire frío pesa más que el caliente.

La quinta y sexta preguntas están relacionadas ya que pretenden mostrar si el alumno es capaz de diferenciar entre el instrumento y la información que proporciona o aquello que es capaz de medir. Es decir: la respuesta a la pregunta cinco ha de incluir sólo los nombres de los instrumentos de medición (no necesariamente todos). Mientras que la respuesta correcta a la pregunta 6 ha de mostrar información del siguiente tipo: la temperatura, cantidad de lluvia, velocidad del viento...

La séptima pregunta tiene un valor doble: primeramente conocer si los alumnos entienden una serie de símbolos básicos; y en segundo lugar, si son capaces de diferenciar cada uno de ellos más allá de la descripción meramente visual de los mismos. Si un alumno define el símbolo 3:  simplemente como nublado, no lo diferenciará correctamente del símbolo 2: . La respuesta correcta es muy nublado (o muy nubosos) para el 3, y nublado (o nuboso) para el 2.

La octava pregunta, desde un enunciado indirecto, tiene como finalidad saber si el alumno es capaz de explicar cómo funciona un instrumento de medida, en este caso el pluviómetro. El aparato no queda explicitado en el enunciado; el alumno ha de deducirlo por su cuenta. Pero, una respuesta correcta no puede decir únicamente que usaría un pluviómetro, sino que el alumno ha de demostrar que entiende su función explicando qué es lo que haría con él.

La novena pregunta está desglosada en seis afirmaciones que el alumno ha de calificar como verdaderas o falsas. Las dos primeras son claramente teóricas, mientras que las tres siguientes tienen un carácter más práctico. La sexta pregunta permite saber si el alumno es consciente de aquello que es más propiamente necesario para realizar un estudio científico: los datos.

Finalmente, la décima pregunta, propone la realización de una gráfica a partir de unos datos que son proporcionados al alumno. Es decir: ha de saber ordenar la información obtenida para su posterior análisis. En este caso es muy sencillo distinguir entre una respuesta correcta y otra que no lo es: el alumno ha de representar los datos con una gráfica, que además ha de ser de barras. Una gráfica de líneas, por ejemplo, no respondería correctamente a la pregunta.

### 3.4. RESULTADOS.

#### Funcionamiento de las tablas.

A continuación se exponen 10 tablas, numeradas del 7 al 16, con los datos obtenidos a partir de las respuestas de los alumnos de los cuatro grupos a cada una de las 10 preguntas del cuestionario. La primera columna indica el nombre de cada grupo y los alumnos que realizaron el cuestionario (el grupo B tiene 26 alumnos pero el día de la prueba faltó 1). La segunda columna indica las posibles variables que se han tenido en cuenta a la hora de valorar las respuestas<sup>5</sup>. La tercera columna, la cantidad de respuestas por variable y su expresión en porcentaje. Los resultados de las preguntas 7 y 9 son más complejos ya que cada una de ellas incluye diversas cuestiones.

#### Análisis de los resultados.

A) Pregunta 1: las respuestas obtenidas tras la realización de esta pregunta, se reflejan en la tabla 8:

**Tabla 8. Respuestas a la pregunta 1**

Grupo A nº de alumnos 23	Bien	9	39,13%
	Mal	7	30,43%
	Ns/Nc	7	30,43%
Grupo B nº de alumnos 25	Bien	11	44,00%
	Mal	11	44,00%
	Ns/Nc	3	12,00%
Grupo C nº de alumnos 23	Bien	6	26,09%
	Mal	9	39,13%
	Ns/Nc	8	34,78%
Grupo D nº de alumnos 21	Bien	2	9,52%
	Mal	7	33,33%
	Ns/Nc	12	57,14%

De elaboración propia.

Esta primera batería de respuestas muestra como el grupo B es el que mejor define la Meteorología, a pesar de ser una pregunta teórica. Su porcentaje de errores es también el más alto, pero hay que tener en cuenta que únicamente tres alumnos dejaron la respuesta

<sup>5</sup> Ns/Nc: No sabe/No contesta.

en blanco. Los otros tres grupos han trabajado completamente a nivel teórico en el aula pero los resultados no son por ello mejores.

B) Pregunta 2: las respuestas obtenidas tras la realización de esta pregunta, se reflejan en la tabla 9. El grupo B es el que con gran diferencia, más ha aprendido a apreciar el estudio de la Meteorología. Es destacable el índice de respuestas negativas en la clase C, un 65,22%. Es evidente que el método de trabajo utilizado no ha despertado el interés de los alumnos, pero es que además, y si miramos los resultados de las otras tablas, tampoco han aprendido más. En este caso, nivel de satisfacción y de aprendizaje van unidos.

**Tabla 9. Respuestas a la pregunta 2**

Grupo A nº de alumnos 23	Sí	12	52,17%
	No	9	39,13%
	Ns/Nc	2	8,70%
Grupo B nº de alumnos 25	Sí	19	76,00%
	No	3	12,00%
	Ns/Nc	3	12,00%
Grupo C nº de alumnos 23	Sí	5	21,74%
	No	15	65,22%
	Ns/Nc	3	13,04%
Grupo D nº de alumnos 21	Sí	8	38,10%
	No	7	33,33%
	Ns/Nc	6	28,57%

De elaboración propia.

C) Pregunta 3: las respuestas obtenidas tras la realización de esta pregunta, se reflejan en la tabla 10. Aquí, el 84% de aciertos en el Grupo B, muestran que han aprendido mejor que ninguna otra clase para qué sirve cada uno de los aparatos y qué es posible hacer con ellos. Esta era seguramente, una de las preguntas con resultados más predecibles. Sin embargo hay que tener en cuenta que no todos los alumnos del B han usado todos los instrumentos; cada equipo tenía el suyo y se mantuvo durante todo el proceso. Por consiguiente, y a pesar de no haber manipulado todos los aparatos, el aprendizaje resultó igualmente más efectivo.

**Tabla 10. Respuestas a la pregunta 3**

Grupo A nº de alumnos 23	Bien	16	69,57%
	Mal	7	30,43%
Grupo B nº de alumnos 25	Bien	21	84,00%
	Mal	4	16,00%
Grupo C nº de alumnos 23	Bien	10	43,48%
	Mal	13	56,52%
Grupo D nº de alumnos 21	Bien	13	61,90%
	Mal	8	38,10%

De elaboración propia.

D) Pregunta 4: las respuestas obtenidas tras la realización de esta pregunta, se reflejan en la tabla 11:

**Tabla 11. Respuestas a la pregunta 4**

Grupo A nº de alumnos 23	Bien	0	0,00%
	Mal	11	47,83%
	Ns/Nc	12	52,17%
Grupo B nº de alumnos 25	Bien	3	12,00%
	Mal	16	64,00%
	Ns/Nc	6	24,00%
Grupo C nº de alumnos 23	Bien	0	0,00%
	Mal	6	26,09%
	Ns/Nc	17	73,91%
Grupo D nº de alumnos 21	Bien	1	4,76%
	Mal	6	28,57%
	Ns/Nc	14	66,67%

De elaboración propia.

Como ya se ha expuesto más arriba, esta era la pregunta más difícil. Únicamente cuatro alumnos de entre los cuatro cursos fueron capaces de responderla adecuadamente, y tres son del grupo B. No es una gran cantidad de aciertos, pero sí que es remarcable que sólo un 24% de los alumnos de esta clase dejó la respuesta en blanco. El resto de clases supera el 50% de respuestas en blanco. Un 76% de la clase pensó una posible respuesta,



frente a porcentajes claramente inferiores en los otros tres grupos. Se ha estimulado el deseo de saber que acompaña a la práctica científica.

E) Preguntas 5 y 6: las respuestas obtenidas tras la realización de estas preguntas, se reflejan en las tablas 12 y 13:

**Tabla 12. Respuestas a la pregunta 5**

Grupo A nº de alumnos 23	Bien	20	86,96%
	Ns/Nc	3	13,04%
Grupo B nº de alumnos 25	Bien	23	92,00%
	Ns/Nc	2	8,00%
Grupo C nº de alumnos 23	Bien	16	69,57%
	Ns/Nc	7	30,43%
Grupo D nº de alumnos 21	Bien	13	61,90%
	Ns/Nc	8	38,10%

De elaboración propia.

**Tabla 13. Respuestas a la pregunta 6**

Grupo A nº de alumnos 23	Bien	9	39,13%
	Mal	6	26,09%
	Ns/Nc	8	34,78%
Grupo B nº de alumnos 25	Bien	15	60,00%
	Mal	3	12,00%
	Ns/Nc	7	28,00%
Grupo C nº de alumnos 23	Bien	0	0,00%
	Mal	11	47,83%
	Ns/Nc	12	52,17%
Grupo D nº de alumnos 21	Bien	4	19,05%
	Mal	6	28,57%
	Ns/Nc	11	52,38%

De elaboración propia.

Estas dos preguntas que se habían considerado complementarias, muestran cómo el grupo B es el que mejor distingue entre el instrumento y su uso. Este grupo alcanza un 92% en el conocimiento de los instrumentos, aunque es seguido muy de cerca por la clase A, con casi un 87% de aciertos. Sin embargo, en la pregunta 6, el grupo B supera ampliamente a la clase A, que sigue siendo la que se queda más cerca. Los grupos C y D

quedan muy lejos. Especialmente llamativas vuelven a ser las respuestas incorrectas del C a la pregunta 6, y las 0 respuestas acertadas.

F) Pregunta 7: las respuestas obtenidas tras la realización de esta pregunta, se reflejan en la tabla 14: En esta tabla se han resaltado en negrita las respuestas acertadas y en rojo los porcentajes más elevados de entre las cuatro clases. Por primera vez en todo el cuestionario, no es la clase B la que obtiene siempre los mejores resultados. En las columnas 5 y 10, son los grupos C y A respectivamente los que alcanzan mejores porcentajes de acierto. Estas columnas se corresponden con los símbolos de lluvia (columna 5) y granizo (columna 10). Sin embargo, es en el símbolo menos descriptivo de todos, el correspondiente a la columna 9 (viento flojo) donde la clase B obtiene un porcentaje de aciertos muy superior a los demás grupos. Los símbolos utilizados en esta pregunta son muy habituales y tienen un carácter claramente figurativo, por lo que no es difícil deducir su significado. En cambio, los símbolos de las columnas 4 (niebla), 6 (tormenta), donde la clase B es también la que más acierta, y el ya comentado 9 (viento flojo) tienen un carácter más abstracto y por ello necesitan ser más trabajados.

**Tabla 14. Respuestas a la pregunta 7**

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
G A	Bien	23	5	0	9	12	10	4	16	0	9	<b>100,00%</b>	<b>21,74%</b>	<b>0,00%</b>	<b>39,13%</b>	<b>52,17%</b>	<b>43,48%</b>	<b>17,39%</b>	<b>69,57%</b>	<b>0,00%</b>	<b>39,13%</b>
A 23	Mal	0	15	20	10	11	12	17	4	15	13	0,00%	65,22%	86,96%	43,48%	47,83%	52,17%	73,91%	17,39%	65,22%	56,52%
	Nc	0	3	3	4	0	1	2	3	8	1	0,00%	13,04%	13,04%	17,39%	0,00%	4,35%	8,70%	13,04%	34,78%	4,35%
G B	Bien	25	11	3	11	16	11	7	21	18	8	<b>100,00%</b>	<b>44,00%</b>	<b>12,00%</b>	<b>44,00%</b>	<b>64,00%</b>	<b>44,00%</b>	<b>28,00%</b>	<b>84,00%</b>	<b>72,00%</b>	<b>32,00%</b>
A 25	Mal	0	13	22	5	8	13	16	2	6	16	0,00%	52,00%	88,00%	20,00%	32,00%	52,00%	64,00%	8,00%	24,00%	64,00%
	Nc	0	1	0	9	1	1	2	3	1	1	0,00%	4,00%	0,00%	36,00%	4,00%	4,00%	8,00%	12,00%	4,00%	4,00%
G C	Bien	22	5	2	4	17	4	6	16	0	1	<b>95,65%</b>	<b>21,74%</b>	<b>8,70%</b>	<b>17,39%</b>	<b>73,91%</b>	<b>17,39%</b>	<b>26,09%</b>	<b>69,57%</b>	<b>0,00%</b>	<b>4,35%</b>
A 23	Mal	1	16	20	5	6	18	17	6	12	20	4,35%	69,57%	86,96%	21,74%	26,09%	78,26%	73,91%	26,09%	52,17%	86,96%
	Nc	0	2	1	14	0	1	2	1	11	2	0,00%	8,70%	4,35%	60,87%	0,00%	4,35%	8,70%	4,35%	47,83%	8,70%
G D	Bien	20	5	0	5	14	7	2	14	2	1	<b>95,24%</b>	<b>23,81%</b>	<b>0,00%</b>	<b>23,81%</b>	<b>66,67%</b>	<b>33,33%</b>	<b>9,52%</b>	<b>66,67%</b>	<b>9,52%</b>	<b>4,76%</b>
A 21	Mal	0	14	19	3	5	13	15	4	11	16	0,00%	66,67%	90,48%	14,29%	23,81%	61,90%	71,43%	19,05%	52,38%	76,19%
	Nc	1	2	2	13	2	1	4	3	8	4	4,76%	9,52%	9,52%	61,90%	9,52%	4,76%	19,05%	14,29%	38,10%	19,05%

De elaboración propia.

G) Pregunta 8: las respuestas obtenidas tras la realización de esta pregunta, se reflejan en la tabla 15:

**Tabla 15. Respuestas a la pregunta 8**

Grupo A nº de alumnos 23	Bien	16	69,57%
	Mal	3	13,04%
	Ns/Nc	4	17,39%
Grupo B nº de alumnos 25	Bien	23	92,00%
	Mal	2	8,00%
	Ns/Nc	0	0,00%
Grupo C nº de alumnos 23	Bien	8	34,78%
	Mal	6	26,09%
	Ns/Nc	9	39,13%
Grupo D nº de alumnos 21	Bien	14	66,67%
	Mal	3	14,29%
	Ns/Nc	4	19,05%

De elaboración propia.

Los resultados de esta pregunta también son muy esclarecedores. El grupo B, con un 92% de aciertos es claramente la clase que mejor conoce el funcionamiento de un pluviómetro, y es la única clase donde todos los alumnos han intentado responder a la pregunta. Al igual que en la pregunta 4, todos lo intentan, lo que sugiere un nivel de motivación hacia el aprendizaje mucho más elevado.

H) Pregunta 9: las respuestas obtenidas tras la realización de esta pregunta, se reflejan en la tabla 16:

**Tabla 16. Respuestas a la pregunta 9**

		1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
Grupo A nº de alumnos 23	Bien	13	17	14	18	14	18	56,52%	73,91%	60,87%	78,26%	60,87%	78,26%
	Mal	10	6	9	5	9	5	43,48%	26,09%	39,13%	21,74%	39,13%	21,74%
Grupo B nº de alumnos 25	Bien	21	21	21	24	17	24	84,00%	84,00%	84,00%	96,00%	76,00%	96,00%
	Mal	4	4	4	1	8	1	16,00%	16,00%	16,00%	4,00%	32,00%	4,00%
Grupo C nº de alumnos 23	Bien	15	14	11	12	15	18	65,22%	60,87%	47,83%	52,17%	65,22%	78,26%
	Mal	8	9	12	11	8	5	34,78%	39,13%	52,17%	47,83%	34,78%	21,74%
Grupo D nº de alumnos 21	Bien	13	19	16	18	15	18	61,90%	90,48%	76,19%	85,71%	61,90%	85,71%
	Mal	8	2	5	3	6	3	38,10%	9,52%	23,81%	14,29%	28,57%	14,29%

De elaboración propia.

La pregunta 9 tenía una estructura de V/F sobre seis afirmaciones. El grupo B obtiene las mejores respuestas en cinco de las seis proposiciones: todas menos la número 2, que es una pregunta eminentemente teórica. Las tres preguntas prácticas arrojan un resultado claramente a favor de la clase B. Además, la última afirmación que se refiere a la importancia del método científico en el estudio del clima, es respondida por el B con corrección en el 96% de los casos.

I) Pregunta 10: las respuestas obtenidas tras la realización de esta pregunta, se reflejan en la tabla 17: La última pregunta del cuestionario arroja un resultado claramente favorable al grupo B. Todas las clases han trabajado este tipo de gráfica en clase de matemáticas con anterioridad a la realización de este cuestionario. Sin embargo, el grupo B es el único que obtiene un resultado positivo, y además notable, en la aplicación práctica de este conocimiento. Los alumnos se han familiarizado con este método de trabajo y son capaces de ponerlo en práctica con una facilidad claramente superior a la de las demás clases. Además, es necesario volver a remarcar que ningún alumno de la clase B dejó de intentar hacer el ejercicio frente a porcentajes muy elevados de abstención en los otros tres grupos.

**Tabla 17. Respuestas a la pregunta 10**

Grupo A nº de alumnos 23	Bien	5	21,74%
	Mal	8	34,78%
	Ns/Nc	10	43,48%
Grupo B nº de alumnos 25	Bien	21	<b>84,00%</b>
	Mal	4	16,00%
	Ns/Nc	0	0,00%
Grupo C nº de alumnos 23	Bien	1	4,35%
	Mal	8	34,78%
	Ns/Nc	14	60,87%
Grupo D nº de alumnos 21	Bien	1	4,76%
	Mal	6	28,57%
	Ns/Nc	14	66,67%

De elaboración propia.

## **4. CONCLUSIONES**

### **4.1 ANÁLISIS DE LOS OBJETIVOS.**

#### **Orden de las conclusiones.**

En la Introducción de este TFG se propusieron los siguientes objetivos, general y específicos:

Objetivo general: Conocer las posibilidades del trabajo científico como método pedagógico, utilizando para ello la meteorología y a través de una propuesta de intervención en el aula de Educación primaria.

Objetivos específicos:

1. Analizar el proceso de enseñanza aprendizaje a través de la ciencia meteorológica.
2. Conocer cómo la construcción de aparatos de medición meteorológica facilitan el proceso de enseñanza aprendizaje.
3. Mostrar cómo la recogida de datos meteorológicos afecta al aprendizaje de los alumnos.
4. Indagar cómo el alumno desarrolla hábitos de trabajo en equipo y respeto por su trabajo y el de los demás.
5. Comparar el proceso de aprendizaje con una base experimental con un aprendizaje meramente teórico.
6. Relacionar el aprendizaje a través de la experimentación científica con las competencias básicas.
7. Relacionar el aprendizaje a través de la experimentación científica con las inteligencias múltiples.
8. Demostrar que trabajar la meteorología en el aula fomenta el deseo de saber en el alumno, el espíritu crítico y la iniciativa personal.

Una vez recordados los objetivos es necesario ahora plantear si después de todo el estudio realizado se han cumplido y en qué medida. Para ello se procederá al análisis de

cada uno de los objetivos, tanto el general como los específicos, desde los datos arrojados especialmente desde el Marco Empírico, empezando por los específicos para acabar en el general.

### **Contrastación de los objetivos.**

**1. Analizar el proceso de enseñanza aprendizaje a través de la ciencia meteorológica.** Los alumnos de 4º B han estudiado una serie de contenidos desde una perspectiva distinta a la de los otros tres grupos de cuarto. Se han acercado al clima desde una base experimental, partiendo de la construcción de unos aparatos meteorológicos sencillos, pero que les han permitido, posteriormente, recoger mediciones y trabajarlas en grupos.

En este primer objetivo, es importante señalar la implicación del grupo de 4º B en el proyecto, mucho mayor que la demostrada por los demás grupos, tal y como quedaba expresado en el resultado del cuestionario, concretamente en la pregunta 2, donde el grado de satisfacción era mucho más elevado que en los demás grupos: 76% frente al 52% del grupo A (Ver tabla 9). El proceso de enseñanza ha resultado ser mucho más interesante y atractivo desde la perspectiva presentada en este TFG y los resultados, es decir: el aprendizaje, ha sido además superior al de los otros grupos en prácticamente todas las preguntas del cuestionario, con un margen muy amplio.

**2. Conocer cómo la construcción de aparatos de medición meteorológica facilitan el proceso de enseñanza aprendizaje.** Al inicio de las sesiones con el grupo de 4º B se les propuso como parte de su trabajo, la construcción de instrumentos de medición del clima.

A la hora de construir los instrumentos los alumnos no solo aprenden a ensamblar piezas para dar forma a algo, sino que para hacerlo bien, han de entender qué es lo que están haciendo y para qué sirve. Por otro lado, después trabajaron con el instrumento que ellos habían construido y esto para los alumnos es un valor añadido: los libros se los da el docente, pero los aparatos los construyen ellos. Hay que destacar que en ningún momento se rompió algún aparato por su mal uso o por falta de cuidado. Cada grupo se encargó de cuidar de su instrumento, de cogerlo, usarlo correctamente y guardarlo después en su sitio. El nivel de autonomía que implica este proceso es muy notable.

Por otro lado, para los alumnos de 4º B algo como por ejemplo la lluvia, es ahora medible y objeto de estudio fuera de los libros de texto: ha alcanzado una dimensión

completamente distinta, hasta el punto de que en su propia casa, muchos de estos alumnos construyeron su estación meteorológica con la ayuda de sus padres. La construcción de estos aparatos no solo les permite aprender mejor, sino que les estimula a aprender. En la pregunta 8, donde había que explicar de alguna forma cómo funciona un pluviómetro, los alumnos de 4ºB no explicaron su funcionamiento en un 92% de los casos (Ver tabla 15): saber y hacer van estrechamente unidos.

**3. Mostrar cómo la recogida de datos meteorológicos afecta al aprendizaje de los alumnos.** Ya se ha hablado anteriormente de la autonomía que requiere recoger datos. Los alumnos, por grupos, han de coger su instrumento, salir fuera, realizar la medición, apuntarla, volver a clase y dejar las cosas en su sitio. Y esto en sus momentos de descanso. Únicamente a nivel de autonomía y responsabilidad, el aprendizaje llevado a cabo ya es muy destacable.

Por otro lado, todo este procedimiento requiere de una precisión a la que ellos no están acostumbrados: hacer la medición y apuntarla. El registro de datos es la información que los alumnos de 4ºB trabajaron después. No tenían delante un libro de texto, sino algo que ellos mismos habían trabajado. Su aprendizaje es el resultado de su propio trabajo realizado día a día y de forma pautada previamente.

Los alumnos de 4ºB, primero construyen su instrumento y luego lo usan. Las preguntas 5 y 6 del cuestionario están enfocadas a distinguir este proceso. Previamente, en la pregunta 3, ya se muestra si los alumnos saben diferenciar qué datos podemos obtener con cada instrumento. Esta es una pregunta que con el sólo estudio de la teoría es fácil de responder. Sin embargo, fue el grupo B el que registró más aciertos con un 84% (Ver tabla 10).

Siguiendo esta línea se pueden enmarcar las preguntas 5 y 6. El B es el grupo que distingue mejor entre instrumentos y su función, posiblemente porque no sólo los han estudiado y construido, sino también porque los han usado. Los otros tres grupos se quedan únicamente en el estudio. El 92% y el 60% de respuestas correctas del grupo B a las preguntas 5 y 6, superan a las demás clases (Ver tablas 12 y 13). Interesantes son las respuestas del grupo C a las preguntas 3 y 6: son los únicos que responden de forma errónea a la pregunta 3 (Ver tabla 10) por encima de la mitad de la clase (56%); y después ninguno acierta con la respuesta a la pregunta 6 (Ver tabla 13). Claramente no han entendido bien la explicación sobre cada instrumento. Pero si además de una

explicación teórica hubieran tenido la oportunidad de trabajar con esos aparatos, el porcentaje de aciertos seguramente hubiera sido otro.

**4. Indagar cómo el alumno desarrolla hábitos de trabajo en equipo y respeto por su trabajo y el de los demás.** Este objetivo es especialmente destacable. Toda la propuesta de intervención está basada en el trabajo en equipo, tanto dentro como fuera del aula. Todos los equipos cuidan cada uno de sus instrumentos y sus hojas de anotaciones, y en ningún momento existió conflicto entre ellos, ya que cada uno tenía un objetivo distinto e igualmente atractivo.

Trabajar en equipo es mucho más que juntar las mesas de un aula; eso es trabajar conjuntamente, pero no en equipo. Además del trabajo en el aula, los alumnos de 4ºB realizan un trabajo fuera del aula en equipo y después, con lo que han obtenido, trabajan en el aula. Parten todos de un objetivo común y de un trabajo previo realizado por ellos mismos. De esta manera el trabajo en el aula es mucho más efectivo: todos se sienten más implicados y participantes.

Evidentemente, los alumnos de los grupos A, C y D podrían haber hecho algún tipo de trabajo dentro del aula. Sin embargo, salir fuera y trabajar implica una serie de factores que permiten al alumno interiorizar de forma más efectiva los beneficios del trabajo en equipo: saben que tienen un tiempo determinado para hacer las mediciones y lo cumplen; gastan su tiempo de descanso, no el de las clases; han de ponerse de acuerdo para colocar el instrumento, medir y anotar la medición... son varias cosas pequeñas pero que les diferencian mucho de los demás grupos.

**5. Comparar el proceso de aprendizaje con una base experimental con un aprendizaje meramente teórico.** Este objetivo queda muy bien definido en el cuestionario. Sólo en las preguntas 7 y 9, el grupo B no es el que marca la mejor puntuación en alguna respuesta. La pregunta 1 también es clave en este aspecto: ¿Qué es la meteorología? Las respuestas correctas de los grupos C y D están muy alejadas del grupo B, al que sólo se le acerca el A. Es una pregunta eminentemente teórica y que todos han trabajado, pero el grupo B, al ponerla en práctica, la ha interiorizado mejor (Ver tabla 8).

Es cierto que la propuesta de intervención incluye también una base teórica. Esa base ha de existir siempre. Sin embargo, es necesario saber compatibilizarla con lo experimental,



y aquí las ciencias juegan siempre a favor del profesorado por su carácter eminentemente práctico. El alumno ha de poder tocar, hacer, experimentar, sentir... porque los niños aprenden fácilmente por esta vía, al ser muy próxima al juego.

En los resultados del cuestionario no se aprecia un déficit en el aprendizaje. En realidad los porcentajes positivos marcados por la clase B son superiores en la mayoría de los casos. Y demás, como se ha destacado en el comentario al objetivo 2, este aprendizaje ha salido de las fronteras del colegio y ha llegado a casa, es decir: a la realidad auténtica del niño. Los alumnos del grupo B han interiorizado mucho mejor el aprendizaje, lo han hecho suyo, y por eso ha llegado a sus casas.

Más allá de los contenidos aprendidos por unos grupos u otros, seguramente este es el dato más interesante: que los alumnos se interesen por lo que estudian y lo hagan suyo. La satisfacción mostrada por la clase en la pregunta 2, muestra claramente el beneficio de este sistema de trabajo, más experimental, más metido en la realidad que está sobre todo fuera del aula.

**6. Relacionar el aprendizaje a través de la experimentación científica con las competencias básicas.** La pregunta 8 del cuestionario, que exigía explicar cómo funciona un pluviómetro, fue contestada de forma correcta por el 92 % de los alumnos de 4º B, frente al 69,57 % de contestaciones correctas del grupo A; y ninguno la dejó en blanco, algo que no sucede en los otros tres grupos, especialmente en el C, donde el 39,13 % la dejó en blanco (Ver tabla 15). Las respuestas incorrectas tenían especialmente esta forma: se limitaban a decir que el instrumento necesario era un pluviómetro, pero no explicaban qué había que hacer con él.

El análisis detallado de esta pregunta es especialmente relevante para este objetivo por diferentes motivos. Primeramente, porque refleja la adquisición de la competencia de aprender a aprender. Para saber cómo funciona un Pluviómetro lo mejor es construirlo y usarlo. La consecuencia del uso de los aparatos, es que no hay duda de que existe en el B una mayor interacción con el mundo físico, con el consecuente conocimiento sobre el mismo. Los alumnos del grupo B eran los únicos que salían fuera del aula a poner en práctica lo aprendido. Se han comentado ya las ventajas que este método de trabajo tiene en la adquisición de autonomía personal y competencia social y ciudadana, vinculada esta última al trabajo en equipo.

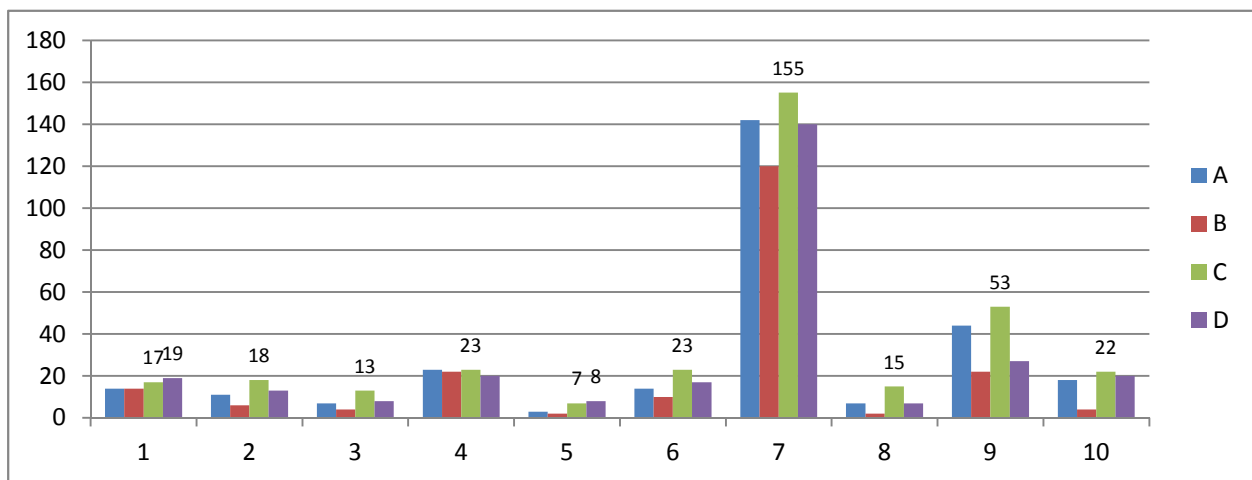
Por otro lado, el hecho de que el grupo B sea el que tiene un porcentaje de aciertos más elevado en lo que se refiere a la construcción y uso de un Pluviómetro, implica además, un mayor desarrollo en la competencia cultural y artística, intuición que es confirmada en la pregunta 10, donde los alumnos debían dibujar un gráfico. La diferencia a favor del grupo B es abrumadora: 84 % frente al 21,74% de la siguiente mejor clase, el grupo A (Ver tabla 17).

En cuanto al desarrollo de la competencia comunicativa, los alumnos del B saben explicar mejor cómo funciona el pluviómetro, porque el usarlo les facilita ordenar sus ideas en la cabeza. Consecuentemente, explicar después cómo funciona, es mucho más fácil para ellos. Esta competencia queda especialmente reforzada por el trabajo en grupo, que exige comunicarse con el otro. En el análisis del objetivo 4, ya se ha comentado que el trabajo en equipo no es patrimonio del método propuesto en este TFG. Sin embargo, la variedad de situaciones es mucho mayor, tanto dentro como fuera del aula, y esta variedad exige también un rango de comunicación más amplio.

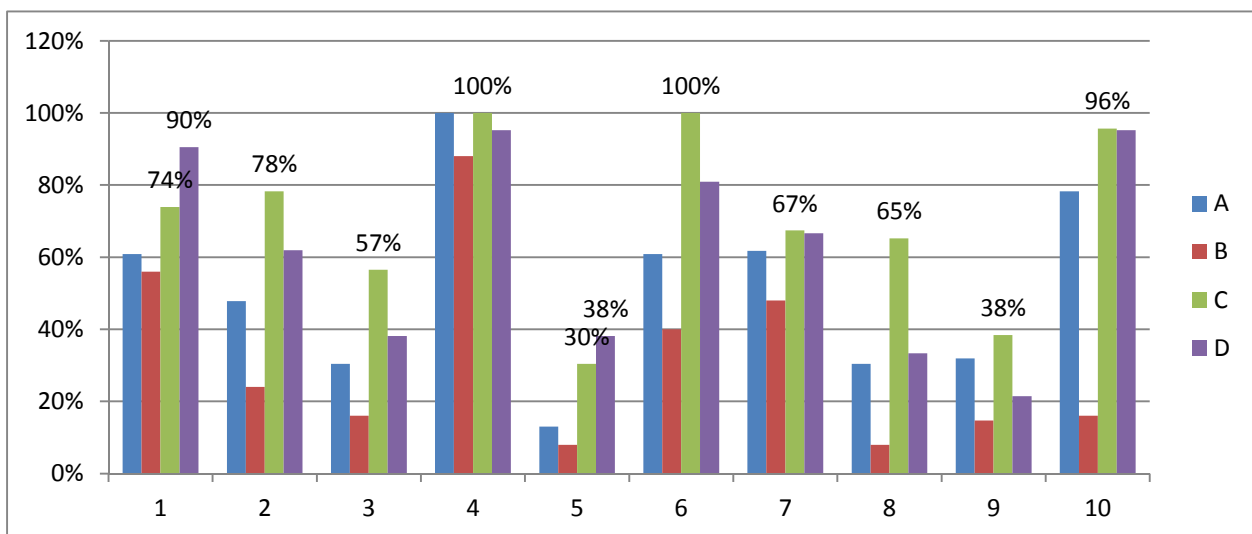
Finalmente, quedan las competencias en matemáticas y digital, que son propias de la ciencia experimental. No hay ciencia experimental sin tecnología y sin lenguaje matemático, y los alumnos del grupo B han tenido que trabajarlas a la hora de recoger los datos, estudiarlos y representarlos gráficamente. Las cuatro aulas poseen pizarra digital y pueden trabajar allí las TIC; también pueden hacer cálculos matemáticos dentro del aula. Pero sólo los alumnos del B trabajan ambas cosas en base a algo que ellos mismos han construido y experimentado. Es decir: no tienen una clase especial donde trabajar matemáticas y TIC, sino que ya están integradas de forma natural en el aprendizaje.

**7. Relacionar el aprendizaje a través de la experimentación científica con las inteligencias múltiples.** Para constatar la relación entre el método de trabajo realizado en el grupo B con las inteligencias múltiples, es interesante retomar las respuestas a la pregunta 2. Esta pregunta pretendía mostrar el grado de satisfacción de los alumnos frente a un conocimiento determinado. La clase B, era la única que se diferenciaba del resto de grupos en el proceso de aprendizaje, pero los cuatro grupos coincidían en una cosa: cada uno de los alumnos de cada grupo abordaba esta enseñanza desde sus cualidades propias, desde su propia inteligencia. El resultado de esta pregunta resalta que la mayoría de alumnos del grupo B se sintieron satisfechos con lo aprendido, con un 72%, frente al 52,17% del grupo A, que es el que más se aproxima. Además, sólo un 12% de

alumnos muestran insatisfacción frente a lo aprendido, una estadística muy favorable frente al 39% del A, y el 33% del D (Ver tabla 9). El “no me gusta” puede interpretarse de muchas maneras. Pero es claro que el método de trabajo utilizado en el grupo B proporciona un estado de satisfacción mucho más generalizado, es decir: se acerca a más tipos de inteligencia. Únicamente la inteligencia musical no ha sido tratada en el grupo B, pero tampoco lo fue en los demás grupos. Esta sería una asignatura pendiente para todos. Por otro lado son destacables los resultados negativos de la clase C (véanse las figuras 5 y 6): es casi siempre la que marca los peores porcentajes y la que muestra un grado de insatisfacción mayor en la pregunta 2.



**Figura 5. Número de respuestas incorrectas y no contestadas del cuestionario (de elaboración propia)**



**Figura 6. Porcentaje de respuestas incorrectas y no contestadas del cuestionario (de elaboración propia)**

En las figuras 5 y 6 se han sumado tanto las respuestas incorrectas como las preguntas no contestadas. El grupo C, salvo en las preguntas 1 y 5, en las que sólo es superada por la clase D, siempre es la que obtiene peores resultados.

Una interpretación posible de estos datos es que esta clase necesite, en su mayoría, otro tipo de enseñanza menos convencional. Siguiendo la teoría de las inteligencias múltiples, es plausible afirmar que no se está atendiendo a las características de las inteligencias de los alumnos de este grupo, porque muestran insatisfacción y el menor grado de aprendizaje de todas las clases.

**8. Demostrar que trabajar la meteorología en el aula fomenta el deseo de saber en el alumno, el espíritu crítico y la iniciativa personal.** Este último objetivo ya ha sido abordado de alguna manera en los objetivos anteriores, especialmente el deseo de saber y la iniciativa personal.

Tal y como queda plasmado en los resultados del cuestionario, el grupo B no es sólo el que responde más afirmativamente a la pregunta 2 que trata directamente sobre el deseo de saber, sino que es la clase que deja siempre menos respuestas por contestar. El índice de preguntas no contestadas es muy bajo, especialmente en comparación con los demás grupos. Los alumnos del B buscan con más frecuencia una respuesta, es decir: están más implicados. En este sentido es destacable especialmente la pregunta número cuatro, en la que se tenía que explicar la relación entre presión y temperatura. En el grupo B, 16 alumnos responden de forma incorrecta, pero intentan responder. Únicamente 6 alumnos de los 25, un 24%, dejan en blanco la respuesta. En cambio, en los demás grupos los porcentajes son del 52% en el A, del 73% en el B y del 66% en el C, resultados que están muy alejados del B (Ver tabla 11). Esto no significa que respondan cualquier cosa sin espíritu crítico. La mayoría de respuestas dadas por el B están argumentadas de alguna manera, aunque sean incorrectas.

En cuanto a la iniciativa personal, también se ha comentado cómo los alumnos del B tenían que realizar las mediciones por ellos mismos, usando los tiempos de descanso. Sin embargo, esto no ha supuesto un desgaste en cuanto a la satisfacción de los alumnos (algo que quedaba patente en la pregunta 2). La necesidad de actuar de forma autónoma no ha supuesto un lastre para los alumnos, antes bien, han respondido de forma completamente favorable.

Después del análisis de los objetivos específicos, queda abordar el objetivo general propuesto al principio de este TFG: Conocer las posibilidades del trabajo científico como método pedagógico, utilizando para ello la meteorología y a través de una propuesta de intervención en el aula de Educación primaria.

Los datos obtenidos durante la realización de todo el TFG son muchos y ciertamente favorables al trabajo en el aula con la ciencia experimental. **Los alumnos del grupo B no sólo han aprendido los contenidos que debían conocer desde un punto de vista más convencional (la perspectiva de las clases A, C y D), y con un grado de satisfacción más elevado; sino que además han desarrollado de forma más eminente otros aspectos que son motores del conocimiento como la autonomía, el trabajo en equipo, el contacto con el medio físico y el deseo de aprender.**

Por otro lado, este método de trabajo ha resultado ser mucho más apropiado que el de los grupos A, C y D a la hora de agrupar las diferentes potencias intelectuales de cada uno de los alumnos y actualizarlas de forma más efectiva. Es decir: **es capaz de mover un mayor número de inteligencias distintas.** La variedad de recursos, actividades, contextos y situaciones que se generan siguiendo un método de trabajo basado en una ciencia experimental, es mucho más rica que la propuesta dentro de una perspectiva más convencional.

**La capacidad de interiorización que han tenido los alumnos del grupo B también es superior a la de los demás grupos.** No sólo entender sino también hacer propio el conocimiento, ha resultado más sencillo desde una postura pedagógica que permite a los alumnos construir la base de su aprendizaje, desde lo más simple a lo más complejo, trabajando en equipo y haciendo partícipes a los demás de los conocimientos adquiridos. Esta tarea, guiada siempre por el maestro, resulta a todas luces más enriquecedora que la desarrollada únicamente en el aula, a partir del libro de texto y de materiales proporcionados al alumno ya finalizados.

Es interesante volver ahora a la sentencia de Confucio que abría este TFG: "Dime algo y lo olvidaré, enséñame algo y lo recordaré, hazme partícipe de algo y lo aprenderé" Los alumnos del grupo B no sólo recuerdan lo que se les ha enseñado (esto está al alcance de los cuatro grupos), sino que además lo han aprendido porque han sido plenamente partícipes de su aprendizaje.

## 5. PROSPECTIVA Y LIMITACIONES.

Después de la realización de este TFG es necesario hacer una serie de reflexiones de futuro. La ciencia experimental está siempre en movimiento: una hipótesis es científica únicamente si es contrastable. Todas las teorías son siempre provisionales en el sentido de que no dejan nunca de estar sometidas a la validación de la experiencia. De la misma manera, el trabajo presentado en este TFG ha de ser revisado constantemente para su validación ya que no pretende mostrarse como definitivo, sino como una vía de apoyo al profesorado para poder enseñar mejor a los alumnos, haciéndolos auténticamente protagonistas del aprendizaje.

Un punto clave es el papel del maestro dentro de este proyecto. Sin duda alguna es mucho más cómodo el trabajo dentro del aula. Sin embargo, merece la pena salir fuera de la misma con los alumnos y hacerles partícipes de la realidad más allá de los libros de texto. Ponerlo en práctica requiere seguramente una serie de conocimientos técnicos que de entrada pueden parecer difíciles de adquirir o manejar. Este método de trabajo depende en gran medida del entusiasmo y del trabajo previo realizado por el docente.

Por otro lado, sería muy interesante plantear cómo aplicar este método de trabajo a asignaturas como por ejemplo, del área de lenguas. Desarrollar propuestas de intervención utilizando el método científico experimental en contextos a priori no experimentales. Una propuesta en este sentido sería la creación de una revista científica donde los alumnos publiquen sus “descubrimientos”, sus aprendizajes y logros. Esta revista podría tener tanto un soporte en formato de papel, como digital a través de por ejemplo, un blog. La realización de este blog haría posible compartir las experiencias con otros colegios, facilitando a los mismos el conocimiento presentado en este TFG.

Siguiendo esta línea, algo que facilitaría ampliar los conocimientos obtenidos en este TFG, sería colaborar con otros centros con el objetivo de crear una red de conocimiento compartido, donde los alumnos de los diferentes colegios puedan de alguna forma compartir las experiencias adquiridas formando una auténtica comunidad científica. Esto significaría que los datos obtenidos en este TFG podrían ampliarse con el fin de obtener unas conclusiones más definitivas.

En cuanto a las limitaciones a tener en cuenta, durante la realización del trabajo, cabe destacar que la muestra tomada para realizar el Cuestionario propuesto en este TFG es relativamente pequeña. Por consiguiente, y mediante la colaboración con otros centros, se podría ampliar esa muestra, permitiendo un estudio más profundo sobre los beneficios de la aplicación del método científico-experimental en el aprendizaje de los alumnos.

Otra limitación a destacar, es que no se ha realizado un estudio estadístico para corroborar la significación de los resultados. Esto en parte, es debido al anterior punto mencionado, es decir, a que se ha partido de una muestra pequeña.

Finalmente, y para terminar con este apartado de prospectiva y limitaciones, se resalta la posibilidad de entrar en contacto con auténticos científicos de aquellas áreas que estén trabajando los alumnos, puesto que podría ser extremadamente positiva; visitar museos (interactivos), especialmente vinculados a la ciencia; tener la posibilidad de tocar y trabajar con instrumentos de verdad (por ejemplo, en el caso de este TFG, con una auténtica estación meteorológica, controlable desde un ordenador y que proporcione unos datos verdaderamente fiables). Estas son opciones posibles aunque no fáciles de llevar a cabo, especialmente en el caso de obtener aparatos técnicos, por el alto coste que suponen para un centro escolar.

## 6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

Alcázar, J. & Losantos, M. (2006). *Tu hijo de 8 a 9 años*. Madrid: Palabra.

Araque, N. (Junio de 2010). *Revista del Centro de Recursos, Interpretación y Estudios en materia educativa (CRIEME)*. Recuperado el 30 de Octubre de 2013, de <http://revista.muesca.es/index.php/articulos2/99-didactica-de-las-ciencias-en-la-educacion-primaria-y-su-relacion-con-losplanteamientos->

Aristóteles. (1994). *Metafísica*. Madrid: Gredos.

Berdonces, J. M. (16 de Diciembre de 2007). *Aprender compartiendo*. Recuperado el 16 de Noviembre de 2013, de <http://blogdepsociales.blogspot.com.es/2007/12/mapa-del-tiempo.html>

Bernal, M. J. (2005). Educación científica para la ciudadanía. *Enseñanza de las Ciencias*, núm. extra, VII Congreso.

BOE. (2 de Noviembre de 2007). Anexo 1 del Decreto que regula el nuevo Bachillerato en España. *BOE*. Madrid.

Carbó, V., Pigrau, T. & Tarín, R. (2008). Pensar, Experimentar y comunicar en el aula de ciencias, con soporte TIC, en la Educación Infantil y Primaria. En Pro Bueno, A. (Comp.), *El desarrollo del pensamiento científico-técnico en educación primaria*. Madrid: Secretaría General Técnica.

Casajuana, García, Gatell, & Martínez. (2013). *New World 4*. Barcelona: Vicens Vives.

Furman, M. (2008). COLOCANDO LAS PIEDRAS FUNDAMENTALES DEL PENSAMIENTO CIENTÍFICO. *IV Foro Latinoamericano de Educación* (pág. 21). Buenos Aires: Fundación Santillana.

Gardner, H. (2001). *Estructuras de la mente. La teoría de las Inteligencias Múltiples*. Santa Fe de Colombia: Fondo de Cultura Económica.

Gardner, H. (23 de Setiembre de 2012). De las inteligencias múltiples a la educación personalizada. (Redes, E. Punset, Entrevistador)

Morin, E. (2001). *Los siete saberes necesarios para la educación del futuro*. Barcelona: Paidós.



OCDE. (2005). *DESECO*. Recuperado el 19 de octubre de Octubre de 2013, de DESECO:  
[www.deseco.admin.ch](http://www.deseco.admin.ch)

Popper, K. (1991). *La lógica de la investigación científica*. México: Rei.

Pujol, R. (2007). *Didáctica de las ciencias en educación primaria*. Madrid: Síntesis.

Rodríguez, G. (1996). *Metodología de la Investigación Cualitativa*. Málaga: Aljibe.

Sánchez, J. & Rivera, J. (1992) *Diccionari de meteorologia Català/Castellà/Francès/Anglès*. Barcelona: Servei de Llengües i Terminologia de la Universitat Politècnica de Catalunya.

Senamhi. (2008). *Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología de Perú*. Recuperado el 14 de octubre de 2013, de <http://www.senamhi.gob.pe/?p=1003>

## 7. BIBLIOGRAFÍA.

- Adúriz, A. (2011). *Las Ciencias Naturales en Educación Básica: formación de ciudadanía para el siglo XXI*. México: Secretaría de Educación Pública.
- Feixas, J. M. (2012). *Aprender ciencias en educación primaria*. Barcelona: Graó.
- Harlem, W. (1999). *Enseñanza y aprendizaje de las ciencias*. Madrid: MEC & Morata.
- Hontangas, N. A. (2010). Didáctica de las Ciencias en la Educación Primaria y su relación con los planteamientos de comienzos del siglo XX . *CRIEME* , [en línea].
- Nicholson-Nelson, K. (1998). *Developing Students' Multiple Intelligences*. New York: Scholastic Professional Books.
- Oliva Martínez, J. & Acevedo Díaz, J. (2005). La enseñanza de las ciencias en primaria y secundaria hoy. Algunas propuestas de futuro. *Revista Eureka*, vol. 2, número 2 , 241-250.
- Perales Palacios, F. (2000). *Didáctica de las ciencias experimentales*. Alcoy: Marfil.
- Sensat, R. (1933). Los estudios de la naturaleza en la escuela. . *Revista de Pedagogía*, XII , 141.
- Valls, V. (1930). El material y la enseñanza de las ciencias físico-naturales en la escuela activa. *Revista de Pedagogía*, IX , 100.
- Weissman, H. (comp.) (1993). *Didáctica de las ciencias naturales. Aportes y reflexiones*. Buenos Aires: Paidós.

## 8. ANEXOS

Tabla 1. Múltiples inteligencias: Ocho formas de ser inteligente. Multiple intelligences: Eight ways of being smart

Intelligence Area	Is strong in:	Likes to:	Learns best through:	Famous examples:
<b>Verbal-Linguistic</b>	reading, writing, telling stories, memorizing dates, thinking in words	read, write, tell stories, talk, memorize, work at puzzles	reading, hearing and seeing words, speaking, writing, discussing and debating	T. S. Eliot, Maya Angelou, Virginia Woolf, Abraham Lincoln
<b>Math-Logic</b>	math, reasoning, logic, problem-solving, patterns	solve problems, question, work with numbers, experiment	working with patterns and relationships, classifying, categorizing, working with the abstract	Albert Einstein, John Dewey, Susanne Langer
<b>Spatial</b>	reading, maps, charts, drawing, mazes, puzzles, imaging things, visualization	design, draw, build, create, daydream, look at pictures	working with pictures and colors, visualizing, using the mind's eye, drawing	Pablo Picasso, Frank Lloyd Wright, Georgia O'Keefe, Bobby Fischer
<b>Bodily-Kinesthetic</b>	athletics, dancing, acting, crafts, using tools	move around, touch and talk, body language	touching, moving, processing knowledge through bodily sensations	Charlie Chaplin, Marina Nematlova, Magic Johnson
<b>Musical</b>	singing, picking up sounds, remembering melodies, rhythms	sing, hum, play an instrument, listen to music	rhythm, melody, singing, listening to music and melodies	Leonard Bernstein, Wolfgang Amadeus Mozart, Ella Fitzgerald
<b>Interpersonal</b>	understanding people, leading, organizing, communicating, resolving conflicts, selling	have friends, talk to people, join groups	sharing, comparing, relating, interviewing, cooperating	Mohandas Gandhi, Ronald Reagan, Mother Theresa
<b>Intrapersonal</b>	understanding self, recognizing strengths and weaknesses, setting goals	work alone, reflect, pursue interests	working alone, doing self-paced projects, having space, reflecting	Eleanor Roosevelt, Sigmund Freud, Thomas Merton
<b>Naturalist</b>	understanding nature, making distinctions, identifying flora and fauna	be involved with nature, make distinctions	working in nature, exploring living things, learning about plants and natural events	John Muir, Charles Darwin, Luther Burbank

