



TRABAJO FINAL DE MÁSTER



MUI EN CIENCIAS SOCIALES Y JURÍDICAS
ESPECIALIDAD PSICOLOGÍA

**DISEÑO Y DETERMINACIÓN EXPERIMENTAL DE LA UTILIDAD
DIDÁCTICA DE UNA INTERVENCIÓN BASADA EN MAPAS
CONCEPTUALES PARA EL ESTUDIO DEL BLOQUE DE “LA
MATERIA” EN 4º DE PRIMARIA. ANÁLISIS COMPARATIVO DE
DIFERENTES EDITORIALES**

ALUMNA: M^a MILAGROS MATEOS NÚÑEZ

DIRECTORA: Dra. M^a GUADALUPE MARTÍNEZ BORREGUERO

ÁREA: DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS EXPERIMENTALES

CURSO 2014 / 2015
BADAJOZ
Convocatoria: JULIO

Agradecimientos:

En primer lugar, debo un especial reconocimiento a la Dra. Guadalupe Martínez Borreguero por haberme apoyado durante toda la realización de este trabajo y ser una gran tutora. Gracias por tu esfuerzo y tiempo y sobre todo, gracias por haberme guiado por este camino tan bonito llamado Ciencia.

Agradecer también a mis compañeros y amigos con los que no sólo he compartido horas de trabajo y estudio, sino también horas de risas y diversión. Noemi y Berta, nunca olvidaré este año de convivencia.

Y finalmente, agradecer a mi familia todo lo que me brinda día a día, en especial a mi madre por su amparo incondicional y a José por todo el cariño y dedicación que me ha aportado durante la realización de este trabajo final de máster.

ÍNDICE

| | |
|--|----|
| 1. RESUMEN / ABSTRACT..... | 11 |
| 2. INTRODUCCIÓN Y JUSTIFICACIÓN DEL TEMA ELEGIDO..... | 13 |
| 3. MARCO TEÓRICO..... | 19 |
| 3.1. La enseñanza de las Ciencias en la etapa escolar: consideraciones generales..... | 19 |
| 3.2. La enseñanza tradicional y sus inconvenientes para el aprendizaje de Ciencias..... | 24 |
| 3.3. Aprendizaje significativo y aprendizaje memorístico..... | 28 |
| 3.3.1. Los mapas conceptuales como herramienta para conseguir un aprendizaje significativo..... | 32 |
| 3.4. Investigación en Didáctica de las Ciencias con mapas conceptuales como recurso..... | 33 |
| 3.5. Investigaciones relevantes en el análisis de los libros de texto..... | 37 |
| 3.6. El concepto de materia en el Currículo de Educación Primaria..... | 38 |
| 4. METODOLOGÍA..... | 41 |
| 4.1. Objetivos..... | 41 |
| 4.2. Hipótesis..... | 43 |
| 4.3. Muestra..... | 43 |
| 4.3.1. Muestra 1: elección de los grupos experimentales..... | 44 |
| 4.3.2. Muestra 2: elección de los grupos de control..... | 45 |
| 4.3.3. Alumnos de 6º de primaria. ¿Qué recuerdan de la densidad del curso anterior?..... | 45 |
| 4.4. Diseño de la investigación..... | 45 |
| 4.5. Desarrollo de la intervención en el grupo experimental..... | 49 |
| 4.5.1. Materiales elaborados para la intervención..... | 49 |
| 4.6. Instrumentos de evaluación..... | 54 |
| 4.6.1. Examen de pre-evaluación inicial..... | 54 |
| 4.6.2. Cuestionario de detección de ideas para el grupo experimental... | 55 |
| 4.6.3. Cuestionario final para el grupo experimental y de control..... | 57 |

| | |
|--|-----|
| 4.6.4. Cuestionario aplicado a 6° de Primaria. ¿Qué recuerdan de la densidad del curso anterior? | 59 |
| 4.7. Análisis comparativo con mapas conceptuales de diferentes editoriales para el estudio de “La materia”, en 4° de Educación Primaria..... | 60 |
| 4.7.1. Editorial Anaya..... | 61 |
| 4.7.2. Editorial Edebé..... | 65 |
| 4.7.3. Editorial Santillana..... | 71 |
| 4.7.4. Editorial SM..... | 75 |
| 4.8. Análisis de las preguntas formuladas en los cuestionarios..... | 82 |
| 5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN..... | 87 |
| 5.1. Resultados de los exámenes de pre-evaluación inicial..... | 87 |
| 5.2. Resultados obtenidos por los grupos experimentales..... | 94 |
| 5.2.1. Resultados en el cuestionario de detección de ideas previas..... | 94 |
| 5.2.2. Resultados en cuestionario final..... | 100 |
| 5.3. Resultados obtenidos por los grupos de control en el cuestionario final... | 106 |
| 5.4. Comparación de resultados obtenidos en el cuestionario final por el grupo de control y el grupo experimental..... | 113 |
| 5.5. Evolución del aprendizaje en el grupo experimental..... | 116 |
| 5.6. Retroceso del aprendizaje en los alumnos de 6° de Educación Primaria... | 118 |
| 5.7. Resumen de resultados globales..... | 119 |
| 6. CONCLUSIONES..... | 123 |
| 7. LIMITACIONES Y LÍNEAS FUTURAS DE INVESTIGACIÓN..... | 125 |
| REFERENCIAS..... | 126 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|--|-----|
| - TABLA 1: Interrogantes sobre el aprendizaje significativo..... | 31 |
| - TABLA 2: Estadísticos descriptivos en los grupos A y D..... | 87 |
| - TABLA 3: Prueba K-S para comprobar la normalidad en 4° A..... | 88 |
| - TABLA 4: Prueba K-S para comprobar la normalidad en 4° D..... | 89 |
| - TABLA 5: Estadísticos descriptivos en los grupos B y C..... | 90 |
| - TABLA 6: Prueba K-S para comprobar la normalidad en 4° B..... | 91 |
| - TABLA 7: Prueba K-S para comprobar la normalidad en 4° C..... | 92 |
| - TABLA 8: Estadísticos descriptivos del grupo experimental y grupo de control en el exámen de pre-evaluación inicial..... | 93 |
| - TABLA 9: Resultados del C. de detección de ideas previas de los alumnos del grupo experimental 4° A..... | 95 |
| - TABLA 10: Resultados del C. de detección de ideas previas de los alumnos del grupo experimental 4°D..... | 96 |
| - TABLA 11: Estadísticos descriptivos de los grupos experimentales en el cuestionario de ideas previas..... | 96 |
| - TABLA 12: Comparación de preguntas entre grupos experimentales del C. de detección de ideas previas (Media sobre 1)..... | 99 |
| - TABLA 13: Resultados del cuestionario final de los alumnos del grupo experimental 4°A..... | 101 |
| - TABLA 14: Resultados del cuestionario final de los alumnos del grupo experimental 4°D..... | 102 |
| - TABLA 15: Estadísticos descriptivos de los grupos experimentales en el cuestionario final..... | 102 |
| - TABLA 16: Comparación de preguntas entre grupos experimentales del cuestionario final (Media sobre 1)..... | 104 |

| | |
|---|-----|
| - TABLA 17: Resultados del cuestionario final de los alumnos del grupo de control 4ºB..... | 107 |
| - TABLA 18: Resultados del cuestionario final de los alumnos del grupo de control 4ºC..... | 107 |
| - TABLA 19: Comparación de preguntas entre grupos de control del cuestionario final..... | 109 |
| - TABLA 20: Comparación de preguntas del cuestionario final entre el Grupo de Control frente al Grupo Experimental..... | 113 |
| - TABLA 21: Resumen global de resultados..... | 120 |
| - TABLA 22: Resumen global de comparaciones..... | 122 |
| - TABLA 23: Contraste de las hipótesis del estudio..... | 123 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| - FIGURA 1: Mapa conceptual que muestra las características clave de los mapas conceptuales (Novak y Cañas, 2007)..... | 37 |
| - FIGURA 2: Diagrama global del diseño experimental..... | 46 |
| - FIGURA 3: Mapa conceptual global para la intervención..... | 51 |
| - FIGURA 4: Mapa conceptual “Propiedades” para la intervención..... | 52 |
| - FIGURA 5: Mapa conceptual “Estados” para la intervención..... | 53 |
| - FIGURA 6: Mapa conceptual “Mezclas” para la intervención..... | 53 |
| - FIGURA 7: Mapa conceptual “Cambios” para la intervención..... | 53 |
| - FIGURA 8: Examen de pre- evaluación inicial I..... | 54 |
| - FIGURA 9: Examen de pre- evaluación inicial II..... | 55 |
| - FIGURA 10: Cuestionario de detección de ideas previas..... | 56 |
| - FIGURA 11: Cuestionario final I..... | 57 |
| - FIGURA 12: Cuestionario final II..... | 58 |
| - FIGURA 13: Cuestionario 6° de Primaria..... | 60 |
| - FIGURA 14: Mapa conceptual de estructura Anaya. Las cosas: cómo son y cómo cambian..... | 61 |
| - FIGURA 15: Mapa conceptual de introducción Anaya. Las cosas: cómo son y cómo cambian..... | 62 |
| - FIGURA 16: Mapa conceptual de conceptos Anaya. Las cosas: cómo son y cómo cambian..... | 63 |
| - FIGURA 17: Mapa conceptual de contenidos Anaya. Las cosas: cómo son y cómo cambian..... | 64 |
| - FIGURA 18: Mapa conceptual del proyecto Anaya. Las cosas: cómo son y cómo cambian..... | 65 |

| | |
|--|----|
| - FIGURA 19: Mapa conceptual de estructura Edebé. La materia y Cambios en la materia..... | 66 |
| - FIGURA 20: Mapa conceptual de introducción Edebé. La materia y Cambios en la materia..... | 67 |
| - FIGURA 21: Mapa conceptual de conceptos Edebé. La materia y Cambios en la materia..... | 68 |
| - FIGURA 22: Mapa conceptual de contenidos I Edebé. La materia y Cambios en la materia..... | 69 |
| - FIGURA 23: Mapa conceptual de contenidos II Edebé. La materia y Cambios en la materia..... | 70 |
| - FIGURA 24: Mapa conceptual del proyecto Edebé. La materia y Cambios en la materia..... | 70 |
| - FIGURA 25: Mapa conceptual de estructura Santillana. La materia..... | 71 |
| - FIGURA 26: Mapa conceptual de introducción Santillana. La materia..... | 72 |
| - FIGURA 27: Mapa conceptual de conceptos Santillana. La materia..... | 73 |
| - FIGURA 28: Mapa conceptual de contenidos Santillana. La materia..... | 74 |
| - FIGURA 29: Mapa conceptual del proyecto Santillana. La materia..... | 75 |
| - FIGURA 30: Mapa conceptual de estructura SM. La materia..... | 76 |
| - FIGURA 31: Mapa conceptual de introducción SM. La materia..... | 76 |
| - FIGURA 32: Mapa conceptual de conceptos SM. La materia..... | 77 |
| - FIGURA 33: Mapa conceptual de contenidos I SM. La materia..... | 78 |
| - FIGURA 34: Mapa conceptual de contenidos II SM. La materia..... | 79 |
| - FIGURA 35: Mapa conceptual del proyecto SM. La materia..... | 80 |
| - FIGURA 36: Distribución de las notas exámen de pre-evaluación inicial del grupo 4° A..... | 88 |

| | |
|---|-----|
| - FIGURA 37: Distribución de las notas exámen de pre-evaluación inicial del grupo 4° D..... | 89 |
| - FIGURA 38: Contraste de hipótesis en relación al cuestionario inicial de los grupos A y D..... | 90 |
| - FIGURA 39: Distribución de las notas en el exámen de pre-evaluación inicial del grupo 4° B..... | 91 |
| - FIGURA 40: Distribución de las notas en el exámen de pre-evaluación inicial del grupo 4° C..... | 92 |
| - FIGURA 41: Contraste de hipótesis en relación al cuestionario inicial de los grupos B y C..... | 93 |
| - FIGURA 42: Contraste de hipótesis en relación al exámen de pre-evaluación inicial del grupo experimental y de control..... | 94 |
| - FIGURA 43: Distribución de las notas del C. de detección de ideas previas en el grupo 4° A..... | 97 |
| - FIGURA 44: Distribución de las notas del C. de detección de ideas previas en el grupo 4° D..... | 97 |
| - FIGURA 45: Contraste de hipótesis en relación a las preguntas de C. de detección de ideas previas en los dos grupos experimentales..... | 100 |
| - FIGURA 46: Distribución de las notas del C. final en el grupo 4° A (Grupo experimental) | 103 |
| - FIGURA 47: Distribución de las notas del C. final en el grupo 4° D (Grupo experimental) | 103 |
| - FIGURA 48: Contraste de hipótesis en relación a las preguntas de cuestionario final de los dos grupos experimentales..... | 105 |

| | |
|---|-----|
| - FIGURA 49: Distribución de las notas del C. final en el grupo 4° B (Grupo de control) | 108 |
| - FIGURA 50: Distribución de las notas del C. final en el grupo 4° C (Grupo de control) | 108 |
| - FIGURA 51: Contraste de hipótesis en relación a las preguntas de cuestionario de ideas previas de los dos grupos de control..... | 110 |
| - FIGURA 52: Notas examen de pre-evaluación inicial Grupos de Control..... | 111 |
| - FIGURA 53: Notas Cuestionario final Grupo de Control..... | 112 |
| - FIGURA 54: Contraste de hipótesis en relación a las preguntas de cuestionario de ideas previas de los dos grupos de control. | 114 |
| - FIGURA 55: Evolución de aprendizaje en 4° A..... | 116 |
| - FIGURA 56: Evolución de aprendizaje en 4° D..... | 117 |
| - FIGURA 57: Resultados por preguntas en los alumnos de 6° de Primaria..... | 118 |

1. RESUMEN

En este trabajo se ha realizado un estudio comparativo entre una metodología para la enseñanza del bloque de “la materia” basada en lo considerado tradicional, frente a una metodología experimental fundamentada en la realización de una intervención didáctica que utiliza mapas conceptuales como recurso. El estudio se ha llevado a cabo en un centro educativo de la provincia de Badajoz con 78 alumnos de 4º de Educación Primaria, que se han dividido en dos grupos experimentales y dos grupos de control.

El objetivo principal ha consistido en averiguar las diferencias existentes entre los métodos educativos seleccionados, en términos del aprendizaje que adquieren los alumnos de 4º de educación Primaria. Los resultados obtenidos han mostrado la eficacia de la metodología didáctica utilizada en los grupos experimentales frente a la utilizada en los grupos de control. Asimismo, los resultados han revelado que los alumnos del grupo de control no recuerdan a largo plazo los contenidos enseñados de forma tradicional, lo que parece estar relacionado con un aprendizaje más memorístico. En cambio, los alumnos de los grupos experimentales que utilizaron mapas conceptuales, tuvieron un aprendizaje más significativo de los contenidos.

Adicionalmente, se ha llevado a cabo un análisis comparativo a través de mapas conceptuales de los libros de texto de 4º de Primaria de diferentes editoriales para el tema específico, con el fin de encontrar cual es la que más se ajusta a nuestros intereses.

Los resultados obtenidos nos permiten concluir que los mapas conceptuales constituyen un importante recurso de mejora en la adquisición de conocimientos científicos. Sin embargo, creemos que ambas metodologías de enseñanza (la tradicional y la experimental de este trabajo) son complementarias para propiciar un aprendizaje significativo y aumentar el grado de implicación de los alumnos en las asignaturas de Ciencias Naturales. Consideramos por tanto que la metodología tradicional no ha de ser eliminada, sino renovada para el interés del alumnado hacia el área.

Palabras clave:

Enseñanza de la ciencia, ideas previas, materia, mapas conceptuales, implicación educativa

ABSTRACT

In this work we have carried out a comparative study of two teaching methodologies for the teaching unit "matter", being the first based on traditional teaching, and the second based on an experimental methodology founded on the performance of an educational intervention using concept maps as a didactic resource. The study was carried out in a primary school in the province of Badajoz with 78 4th grade students, which were divided into two experimental groups and two control groups.

The main objective has been to find out the differences between the selected educational methods, in terms of the learning that 4th grade students acquire. The results have shown a higher degree of effectiveness on the teaching methods used in the experimental groups against the methods used in the control groups. The results also revealed that students in the control group did not remember on the long term the contents taught in a traditional way, which seems to be related to rote learning. By contrast, students in the experimental groups using concept maps had a more meaningful learning of content.

Additionally, we have used concept maps to carry out a comparative analysis of 4th grade textbooks covering our specific topic from different publishers in order to find out which was the most suited to our interests.

The results allow us to conclude that concept maps are an important resource for improvement in the acquisition of scientific knowledge. However, we believe that both traditional and experimental teaching methods are complementary to foster meaningful learning and increase the degree of involvement of students in the subjects of Natural Sciences. We therefore consider that the traditional methodology must not be rejected, but renewed for the interest of students towards the field.

Keywords:

Science teaching, alternative conceptions, matter, concept maps, educational involvement.

2. INTRODUCCIÓN Y JUSTIFICACIÓN DEL TEMA ELEGIDO

Al escuchar la palabra ciencia, nos vienen a la mente, conceptos y sucesos científicos de difícil comprensión pero en la actualidad, esta ciencia abarca todos los rincones de la vida, y está presente en infinidad de actividades cotidianas, desde la infancia hasta la vejez. Principalmente es en la edad temprana cuando más nos acercamos a ella sin darnos cuenta, ya que el niño muestra una inmensa curiosidad por el mundo que le rodea, queriendo saber cada vez más. Esta curiosidad es la que impulsa a hombres y mujeres al mundo de la investigación y el avance científico.

Pero también, es en la etapa infantil dónde hay que darle cierta importancia a los docentes, pues en ellos está, en gran medida, despertar el interés del niño por el mundo que le rodea aprovechando la implicación directa en las aulas.

A pesar de todo esto, a medida que se va creciendo, los alumnos empiezan a mostrar, en muchos casos, una fuerte desmotivación social hacia la ciencia siendo ésta debida, en su mayoría, al estereotipo de ciencia que entiende la mayoría: algo que sólo los privilegiados comprenden y pueden alcanzar. He aquí la importancia del docente en saber transmitir a su alumnado un aprendizaje más amplio y cercano a la realidad aportando así una idea más clara de la ciencia.

Recientemente, se ha desarrollado en España el Informe Enciende que trata la enseñanza de las ciencias en edades tempranas (Couso et al., 2011). A través de una serie de propuestas planteadas desde tres ámbitos (ámbito educativo, social y científico) se pretende orientar las reflexiones y actuaciones futuras hacia el ámbito, y esto, se llevará a cabo por los científicos del COSCE y otros agentes implicados como son los docentes o comunicadores.

En el Informe Enciende, la enseñanza de las ciencias a nivel de primaria, se considera especialmente factual y reproductiva. A pesar de esto, los estudios tienden a centrarse más en cursos superiores como es en secundaria, cuando realmente, la competencia científica es importante para todos los ciudadanos con el fin de estar alfabetizados científicamente. Esto implica considerar el área de conocimiento de las ciencias como un área básica desde la etapa primaria que cumpla con los objetivos planteados en el currículo español asegurando una sociedad alfabetizada y no sólo se centre en la enseñanza de las ciencias mediante una explicación teórica por parte del profesor.

En un estudio que realizamos en el curso anterior, “*La ciencia recreativa para el estudio de la densidad en 5º de Educación Primaria*” se evaluó la eficacia y validez didáctica que tiene la ciencia recreativa en el aula, realizándose una serie de experiencias sencillas que complementaron a la enseñanza básica para solidificar y mantener en el tiempo los contenidos que se trataron. Los resultados de esta investigación previa, realizada durante el anterior curso académico 2013/2014, nos han servido como base para construir y llevar a cabo este nuevo trabajo de investigación ya que finalmente se puso de manifiesto la necesidad actual de complementar la enseñanza tradicional con otras metodologías que despierten el interés del alumnado de primaria con el fin de potenciar la adquisición de la competencia científica en los mismos. Así pues, se pueden integrar en las aulas metodologías más prácticas para desarrollar los contenidos científicos (Martínez-Borreguero et al., 2014a, Martínez-Borreguero et al., 2014b; Martínez-Borreguero et al. 2014c).

El trabajo de investigación que se presenta en esta ocasión continúa en la línea de este planteamiento, y se ha desarrollado en este curso 2014/2015. Se enmarca dentro del Trabajo Fin de Máster de Investigación de Ciencias Sociales y Jurídicas en la especialidad de Psicología, y tiene como propósito mejorar la enseñanza-aprendizaje de las ciencias en la etapa de educación primaria ya que como bien se expuso anteriormente, en referencia al Informe Enciende, la educación científica desde los primeros años de escolarización no dispone de las horas necesarias, dando lugar a una clara diferencia ente la enseñanza de las ciencias en primaria y la que se imparte en secundaria.

Algunos de los motivos que se proponen en este Informe son la falta de metodologías que mejoren el aprendizaje y la escasa formación de los maestros en el área de ciencias. Dando una opinión propia, estas dos causas en concreto implican llevar a cabo una serie de cambios que propicien un interés y continuidad desde la infancia hacia la ciencia.

Retomando lo propuesto por el Informe Enciende, se enfatiza el uso de espacios públicos para potenciar materiales lúdicos de tipo científico que involucren a la familia, crear ofertas de visitas en familia a museos de ciencia o parques científicos y generar la participación en familia en semanas de la ciencia y otras actividades de comunicación científica. Todo ello conforman claros ejemplos de cambio en didáctica de las ciencias

dando lugar a un aprendizaje significativo, pero para ello, es especialmente relevante la presencia de personal adecuado para la dinamización de la participación de las familias.

Por lo citado en las líneas anteriores, en el proyecto Enciende se hace especial hincapié en la necesidad de una mayor formación inicial en contenidos científicos y, sobre todo en didáctica de la ciencias con el fin de evitar una falta de confianza por parte de los docentes hacia el propio dominio de los contenidos a tratar.

En el trabajo que se presenta, en primer lugar se ha realizado una revisión bibliográfica sobre los aportes en la enseñanza de las ciencias, destacando los inconvenientes creados por el aprendizaje memorístico que genera la enseñanza tradicional. También se fundamenta teóricamente, la importancia y relevancia de los mapas conceptuales para lograr un aprendizaje significativo y duradero en el tiempo además de exponer distintas investigaciones que afirman lo anterior.

No hay que olvidar la mención que se hace al currículo oficial de Extremadura (DOE nº 50, 3 Mayo 2007) donde se concretan claramente los contenidos que se trabajar en relación al tema de la materia en todos los ciclos aunque el estudio esté dirigido a alumnos del segundo ciclo en su mayoría.

Por otro lado, se analizan una serie de libros de texto en su conjunto, de varias editoriales, a través de mapas conceptuales. Este análisis ha resultado de gran ayuda a la hora de diseñar y desarrollar la intervención didáctica que finalmente se ha llevado a cabo con un número de alumnos en concreto para poder contrastar las hipótesis que se plantean más adelante y que están detalladas en el apartado de Metodología de esta memoria.

Numerosas investigaciones señalan la importancia de que se deben tener en cuenta las ideas previas que los alumnos poseen acerca del contenido que se pretende enseñar. Por ejemplo, el estudio realizado por Jones, Carter, y Rua (1999) muestra que los docentes que conocen las ideas previas de los alumnos consiguen que los alumnos obtengan mejores resultados y un mejor aprendizaje.

Otras investigaciones realizadas con muestras muy amplias de alumnos, señalan que las ideas alternativas en áreas tales como mecánica o electricidad pueden persistir en el tiempo a pesar de la enseñanza, y algunas de ellas pueden, incluso, ser utilizadas por estudiantes de física durante sus estudios Universitarios (Viennot, 1979; Sjoberg y Lie, 1981).

Pero sin duda alguna, la teoría de Ausubel (Ausubel, 1968; 2000) fue una gran contribución por enfatizar la potencia del aprendizaje significativo, frente al aprendizaje por repetición, y sobre todo, su claridad a la hora de describir el papel que juegan los conocimientos previos en la adquisición de nuevos conocimientos.

Actualmente las teorías de Ausubel siguen tomándose en referencia por parte de muchos maestros pero se sigue sin resolver los problemas que conlleva la enseñanza de las ciencias a la hora de asimilar correctamente los términos por parte del alumnado, ni tampoco la adecuación del material didáctico (los libros de texto) para plasmar los contenidos conceptuales.

Las ideas previas surgen, en parte, a raíz de experiencias realizadas en la vida cotidiana y suelen ser distintas a los conocimientos científicos escolares (Pozo, 2002); los alumnos crean su propia explicación de la realidad, una explicación válida para ellos, lo cual hace que estas ideas previas sean persistentes en el tiempo, aun habiendo una enseñanza de por medio.

Por su parte, Martín del Pozo (2013) ha realizado un libro sobre cómo enseñar la ciencia en primaria y la importancia de detectar las ideas previas. Por ejemplo, se encarga de hacer un análisis sobre qué piensan los alumnos de primaria acerca sobre varios bloques de contenidos en concreto, y en referencia al tema que nosotros abordamos en este trabajo fin de Máster, conviene destacar algunas conclusiones, extraídas por la autora, sobre cómo los escolares ven los estados físicos y sus cambios. Por ejemplo, esta autora señala la existencia de dudas al plantear a los alumnos si el hielo y el agua estaban hechos de lo mismo. Este estudio mostró que algunos escolares no comprendían qué le podía suceder al hielo si se le deja sobre la mesa, sin llegar a pensar que pudiese transformarse. En el caso de los diferentes estados en que se presenta la materia, la autora apunta que los alumnos asocian el estado sólido a algo rígido, duro y pesado, el estado líquido es comparado con el agua llegando a usar ambos términos como sinónimos y que las ideas habituales en relación a los gases versan en torno a la propia experiencia del alumno, asociando el gas con el vapor de agua, el humo y las nubes, y también, se llega a igualar, en muchos casos, el aire con el oxígeno.

En este sentido, el hecho de evaluar las ideas previas de los alumnos nos ayuda a verificar la eficacia que tiene la metodología escogida a la hora de adquirir conocimientos y que éstos se mantengan en el tiempo. Esta serie de planteamientos son

los que han guiado el presente trabajo de investigación, pues la necesidad de evaluar las ideas de los alumnos de Educación Primaria emerge cada día en las aulas pero en nuestro caso, se estudiará sobre un tema concreto, el tema de la materia.

Toda metodología encaminada a evitar el aburrimiento y a estimular el aprendizaje de las ciencias será la más adecuada para favorecer la adquisición de competencias. Los docentes deben propiciar emociones positivas en el alumnado hacia las ciencias (Mellado et al. 2014) ya que los estados emocionales positivos favorecen el aprendizaje de las ciencias y el compromiso de los estudiantes como aprendices activos, mientras que los negativos limitan la capacidad de aprender (Olitsky y Milne, 2012; Vázquez y Manassero, 2007).

Debido a esto, se ha optado por escoger para la metodología de los grupos experimentales de esta investigación los mapas conceptuales (Novak, 1988) con recursos interactivos visuales a través del programa informático CmapTools (Cañas et al., 2000). De esta manera, se pretende poder incentivar al alumno de 4º de primaria desde otra perspectiva al estudio de la ciencia de un modo diferente al que normalmente están acostumbrados en su día a día. Además, ayuda a propiciar, desde las primeras edades, el interés hacia este tipo de materias, ya que se aprende de un modo significativo y enriquecedor.

Por otra parte, se ha considerado oportuno analizar el principal material y recurso de los docentes: el libro de texto. Tras el análisis de los temas oportunos de la materia, se ha elaborado una comparativa de mapas conceptuales que se detallaran más detenidamente en el apartado 4.3 de la memoria. Con una amplia recopilación de mapas conceptuales, se muestran las características de las editoriales escogidas, Anaya, Edebé, Santillana y SM, para el tema de la materia.

También se considera que la realización de este estudio podría constituir una importante contribución a la adquisición de las siguientes competencias:

- Competencia en el conocimiento y la interacción con el mundo físico.
- Competencia para aprender a aprender.
- Autonomía e iniciativa personal.

En el currículo oficial de Extremadura (DOE nº 50, 3 Mayo 2007) se desarrollan estas competencias por separado.

Con respecto a la primera competencia, en el currículo aparecen algunas aportaciones como la toma de decisiones sobre el mundo físico y los cambios que los humanos producen sobre el medio ambiente y además se le da importancia a las nociones y teorías científicas básicas que ayudan a progresar a la hora de poner en práctica los procesos y actitudes propios del análisis sistemático y de indagación científica.

En referencia a la segunda competencia el DOE señala que para aprender a aprender se han de disponer una serie de habilidades para iniciarse en el aprendizaje y estar capacitado para continuar aprendiendo de forma más eficaz y autónoma en concordancia a los propios objetivos y necesidades.

Para la última competencia propuesta, el currículo se refiere a la toma de conciencia y aplicación de un conjunto de valores y actitudes personales interrelacionadas así como ser capaz de demorar la necesidad de satisfacción inmediata, de aprender de los errores y de asumir riesgos.

Todo ello se ha de transmitir a los alumnos con el propósito de que se cumplan los objetivos esperados.

3. MARCO TEÓRICO

3.1. La enseñanza de las ciencias en la etapa escolar: consideraciones generales

La enseñanza de las Ciencias Naturales en los centros escolares tiene un gran valor ya que ayuda a los alumnos a alcanzar una mayor madurez intelectual, además de desarrollar estrategias de pensamiento crítico. Asimismo, desde el punto de vista formativo, las ciencias propician valores tales como la autoestima, el trabajo en equipo, el sentido de la responsabilidad y la conservación del ambiente (Barojas 1997).

Actualmente, las investigaciones en didáctica de las ciencias ponen de manifiesto numerosas dificultades en los procesos de aprendizaje de las ciencias por parte del alumnado. Por ejemplo, muchos alumnos piensan que el conocimiento científico se articula en forma de ecuaciones y definiciones que tienen que ser memorizadas más que comprendidas (Campanario y Moya, 1999). Este tipo de factores constituye un obstáculo para el aprendizaje de las ciencias y en cierta medida, pueden ser los responsables de muchos de los fracasos escolares actuales (Linder, 1993).

A raíz de lo anterior, surge otro gran problema que se genera en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias en la escuela: la actitud negativa por parte de los estudiantes hacia la misma (Fensham, 2004). Lo que las ideas de Vázquez y Manassero (2011) nos aportan, es que hay un gran desinterés hacia la ciencia que hace que los alumnos y alumnas se alejen de ella, sientan rechazo por estas cuestiones y un cierto alejamiento de la ciencia escolar. Debido a esto, existe una tendencia actual de investigaciones en el área de la didáctica de las Ciencias Experimentales sobre las emociones en la enseñanza de las ciencias (Mellado et al., 2014). Tal y como muestran varios estudios (Jenkins, 2006; OECD, 2006; Vázquez y Manassero, 2007), el alumnado actual reconoce que la ciencia es de gran importancia para la sociedad sin embargo la mayoría no quiere continuar estudiando ciencias en la etapa postobligatoria.

Por otro lado, según Gil (1994), otro gran problema en la enseñanza de las ciencias es el abismo que existe entre las situaciones de enseñanza-aprendizaje y el modo en que se construye el conocimiento científico.

Todo esto supone el abandono, por parte de los jóvenes, de la ciencia y las carreras científicas en las primeras elecciones de estudios y carreras, un resultado que preocupa actualmente ya que, como apunta Acevedo (2004), pueden formularse

finalidades de la enseñanza de las ciencias con un carácter útil y práctico (conocimientos de ciencia que pueden hacer falta para la vida cotidiana), democráticas (conocimientos y capacidades necesarios para participar como ciudadanos responsables en la toma de decisiones sobre asuntos públicos y polémicos que están relacionados con la ciencia y la tecnología) o para desarrollar ciertas capacidades generales muy apreciadas en el mundo laboral (trabajo en equipo, iniciativa, creatividad, habilidades para comunicarse, etc.) y no solamente propedéuticas (conocimientos para proseguir estudios científicos).

Esta preocupante y progresiva depresión actitudinal hacia la ciencia se debe a que la ciencia escolar se va ganando poco a poco una imagen negativa: asignaturas como química, física, biología entre otras, se consideran aburridas, difíciles y densas según los estudiantes a pesar de que en muchas ocasiones es el profesorado, de manera inconsciente, el encargado de motivar al alumno hacia estudios superiores (Munro y Elsom, 2000) por su manera de ser, su manera de enseñar (Brickhouse, Lowery y Schultz, 2000) o la forma que tiene de introducir la ciencia en el aula.

Estos problemas sugieren una serie de causas conocidas (Vázquez y Manassero, 2004):

1. *Currículos excesivamente recargados, desfasados y poco relevantes.*
2. *Contenidos difíciles y aburridos.*
3. *Profesorado poco innovador para incorporar a la enseñanza de la Ciencia mejoras en la metodología, en los contenidos, en la aplicación de las TIC, etc.*
4. *Imagen estereotipada de la Ciencia y Tecnología y de los científicos.*
5. *Fuerte contraste entre la ciencia que muestran los libros de texto y la actual tecnociencia de la vida cotidiana.*
6. *Desmitificación de los científicos e ingenieros, que han dejado de ser modelos sociales, etc.*

Del mismo modo, Murphy y Beggs (2003), al igual que los anteriores autores, sugieren una serie de factores como el profesor, la falta de trabajo práctico o la excesiva orientación para preparar los exámenes en las clases como causas ante la depresión actitudinal por parte del alumnado hacia las asignaturas de Ciencias.

Teniendo esto en cuenta, quizás el factor más relevante de los citados anteriormente es la inexistencia de casos prácticos realizados en el aula y que serían de gran ayuda a la hora de aprender ciencias en los colegios. En los centros escolares se espera que los alumnos aprendan ciencia focalizando el esfuerzo en lograr transmitir los contenidos conceptuales, dando poca prioridad al proceso constructivo de conocimientos a través del desarrollo de actividades prácticas (González-Dávila et al., 1998). Con frecuencia se olvida que los alumnos no sólo deben aprender ciencia, sino que también han de aprender a hacer ciencia (Hodson, 1994), y el método experimental proporciona al alumno la oportunidad de conocer qué es realmente la ciencia y cómo elabora un científico el conocimiento (Diego-Rasilla, 2004).

Conociendo las críticas formuladas por los alumnos, no es de extrañar que esta forma de enseñar ciencia tenga una presencia mínima en las aulas y como bien apuntan Tamir y García (1992), las ciencias experimentales son las que más ayudan a aprender.

Como en otras competencias, o en muchos de los aspectos generales de la vida, la práctica parece ser la manera más adecuada de progresar en la adquisición de destrezas. Se reconoce que las ciencias experimentales en este caso responden a finalidades diversas: familiarizarse con los fenómenos, ilustrar un principio científico, desarrollar actividades prácticas, contrastar hipótesis, investigar (Caamaño, 1992).

También se ha destacado la importancia de perfilar mejor los tipos de prácticas, según tres finalidades principales: aprender ciencias, aprender qué es la ciencia y aprender a hacer ciencia, cada una de las cuales determina subobjetivos concretos que requieren estrategias específicas para ser alcanzados (Barberá y Valdés, 1996; Hodson, 1996; White, 1996).

El diseño de experiencias, actividades y recursos encaminados a facilitar el ejercicio de la argumentación y el uso de pruebas en las materias científicas es una prioridad respaldada por organizaciones y expertos (Jiménez et al., 2009). Por una parte, sirven para mejorar el aspecto actitudinal, ya que consiguen captar la atención del alumnado, lo cual puede redundar en el interés por la ciencia, en general, y por la actividad de aprendizaje propuesta, en particular. Por otra parte, permiten crear un ambiente propicio para el ejercicio de la argumentación, donde la explicación requerida del fenómeno mostrado (curioso o sorprendente) da pie al debate, en pequeños grupos inicialmente y en conjunto al final (Vázquez y Manassero, 2011). También hay que

resaltar la presencia de ciertas vías educativas como son los medios de comunicación, los museos y casas de la ciencia, las asociaciones para la divulgación científica, etc., cuyas acciones complementan la enseñanza de la Ciencia formal de la escuela e incluso podrían contribuir a mejorarla (Vázquez, Acevedo y Manassero, 2005).

La educación no-formal y la informal no sólo aportan algunos recursos poco usuales y baratos que superan a la enseñanza tradicional, sino que, a través de sus actividades, como semanas o jornadas de la ciencia, ferias científicas, museos interactivos de la ciencia, etc., ponen en acción nuevos mecanismos para activar la motivación y la curiosidad, actuando como instrumentos de atracción hacia la Ciencia y la Tecnología (Vázquez, Acevedo y Manassero, 2005) además de servir como medio para innovar la enseñanza de la Ciencia tradicional (Oliva, Matos y Acevedo, 2004).

Aun conociendo éstas aportaciones de las prácticas científicas, en muchos centros no se promueve un cambio en la metodología de los maestros y maestras para lograr que los alumnos cumplan estas finalidades y cambien su forma de ver la ciencia y existen una gran diversidad de problemas que subyacen a esta enseñanza innovadora, que a la fecha no han permitido una educación científica prioritaria y de calidad.

Uno de los problemas que surgen a raíz de las actitudes y pensamientos de los propios profesores es, por ejemplo, la creencia de que las actividades científicas son difíciles de realizar y sólo pueden ser llevadas a cabo por especialistas ya que dentro del aula es casi imposible lograrlas con éxito.

Los profesores, por su parte, suelen estar centrados en el desarrollo de los temarios, dando prioridad a los contenidos conceptuales programados y situando en un segundo plano los procedimientos y las actitudes. (Diego-Rasilla, 2007). En esta situación, la falta de tiempo para el desarrollo eficaz de los conceptos se convierte en la excusa más frecuentemente empleada para justificar el pobre tratamiento experimental de las asignaturas del área científica (Diego-Rasilla, 2007).

El no considerar las actitudes de los maestros, puede traer consecuencias poco beneficiosas en el aprendizaje de las ciencias, ya que las opiniones y creencias que tienen los profesores acerca del conocimiento científico pueden representar verdaderos obstáculos en el desarrollo de su práctica docente (Porlán y Martín del Pozo, 1996; García-Ruiz y Orozco, 2008).

Otro factor importante a tener en cuenta por los docentes son las preconcepciones o ideas erróneas que puedan tener implícitas los alumnos. Son importantes porque en el caso de los conceptos de Ciencias Naturales con una cierta complejidad, estas preconcepciones, se mantienen a lo largo del tiempo e incluso pueden seguir presentes en la edad adulta (Pozo, 2002).

Actualmente los alumnos de ciencias aplican criterios de comprensión limitados, de manera que no siempre son capaces de formular sus dificultades como problemas de comprensión; es decir, “no saben que no saben” (Otero y Campanario, 1990; Campanario, 1995). Las destrezas metacognitivas son especialmente relevantes en el aprendizaje de las ciencias, dado que la interferencia de las ideas previas obliga a disponer de un repertorio de estrategias de control de la comprensión adecuado que permita detectar fallos en el estado actual de comprensión (Otero, 1990). Como indica Baker, si los alumnos no son conscientes de que mantienen concepciones erróneas sobre los contenidos científicos, es difícil que tomen alguna postura para clarificar su comprensión (Baker, 1991).

Para evitar esta situación hay que tener en cuenta un correcto aprendizaje que involucre el desarrollo de diferentes capacidades que se relacionan con tres tipos de contenidos: conceptuales, procedimentales y actitudinales. Todos ellos forman un cuerpo cohesionado de conocimientos y no deben enseñarse por separado (De Pro, 1998b). Por esta razón, no podemos aislarlos a la hora de planificar la enseñanza y de averiguar acerca de los conocimientos y dificultades de los alumnos en relación a una temática determinada.

De acuerdo con lo expuesto anteriormente, las actividades que se propongan en el aula han de promover un aprendizaje más eficaz, duradero y transferible (Pozo y Gómez Crespo, 1998) pero debemos admitir también que las prácticas están en crisis, especialmente en España, puesto que no se hacen (Nieda, 1994). Por lo tanto es necesario continuar defendiendo la importancia de las prácticas en la ciencia escolar (Izquierdo et al., 1997) para la formación teórica de los alumnos vinculada a la procedimental (Gómez, Izquierdo y Sanmartí, 1990). A día de hoy, sigue en pie la polémica de que gran parte de los alumnos no saben aplicar los conocimientos de ciencias siendo esto fruto de la inexistencia de tiempo para explorar, hacer observaciones, seguir pistas erróneas, probar ideas, repetir un proceso una y otra vez, preguntar, leer y descubrir, y no sólo memorizar datos científicos.

Para Márquez (1996) son muchas las ventajas pedagógicas que se derivan de las demostraciones de aula. Por ejemplo destacamos para este trabajo el hecho de que:

- *Ayudan a la comprensión de los conceptos científicos, para que sean adquiridos, siempre que sea posible, por vía de la experimentación.*
- *Ayudan a establecer conexiones entre el formalismo de la Física y los fenómenos del mundo real.*

Las demostraciones de aula tienen otras virtudes pedagógicas intrínsecas además del apoyo que suponen a la teoría, ya que motivan al estudiante, promoviendo la interacción alumno-profesor, enriqueciendo el ambiente participativo y de discusión entre el profesor y los alumnos y de estos entre sí (Márquez, 1996). Además, ocupan el primer lugar en el ciclo de aprendizaje para maximizar la efectividad del aprendizaje (Karplus, 1969; Karplus et al., 1977; Hewitt, 2004), ya que posibilita la corrección por parte del alumno de errores de comprensión que pueda tener.

Por último, resaltamos como han señalado algunos autores (Gil, 1993; Vilches y Furió, 1999) que incluso la propia imagen de la ciencia que se transmite en las aulas es, muchas veces, una deformación respecto de la ciencia que se hace realmente fuera de ellas (Martín Gordillo, 2003).

3.2. Enseñanza tradicional y sus limitaciones para el aprendizaje de Ciencias

En las últimas décadas, el mundo occidental se ha transformado como consecuencia de la incorporación de los avances científicos y tecnológicos, incluso en la vida cotidiana. Este desarrollo tecnológico en los países occidentales afecta a todos los aspectos de nuestra vida y fuerza la progresiva estructuración científico-positivista de las disciplinas educativas, extendiéndose al campo de la investigación educativa los enfoques experimentalistas y cuantitativos, siendo preciso adaptarse a ello (Pérez Gómez, 1983).

La nueva atmósfera social, tecnológica y económica actual, hace que las personas deban poseer una serie de conocimientos que les hagan competentes a la hora de enfrentarse a los diversos problemas que les puedan surgir. Por tanto, según el criterio de Gerzina (2003), el perfil del profesional que la sociedad actual requiere, debería incluir diferentes capacidades como:

- *Capacidad de autoaprendizaje para toda la vida.*

- *Capacidad de análisis crítico de los problemas.*
- *Capacidad de utilización de avances tecnológicos.*
- *Capacidad de adaptación a los cambios en el ejercicio profesional.*
- *Y garantía de calidad y fiabilidad de su trabajo.*

Esto prioriza la necesidad de que los estudiantes deban “aprender” a estar preparados a lo largo de su vida profesional, circunstancia que parece no estar debidamente tratada en los programas de enseñanza tradicional.

La enseñanza tradicional ha puesto el énfasis en la adquisición de conocimientos, con lo que los currículos escolares se han basado en el contenido. Hoy en día este saber cerrado está siendo sustituido por un aprendizaje más abierto, global y transversal en el que las nuevas tecnologías y el aprendizaje por descubrimiento (de hacer y experimentar, como el que se menciona en el apartado anterior de esta memoria) adoptan un papel muy importante en la escuela. Sin embargo, en la enseñanza tradicional no se presta la atención necesaria al “aprender a descubrir”. Este aspecto todavía constituye una de las más graves carencias de la formación en ciencias (Campanario, 1996; Lenox, 1985, Bavelas; 1987) puesto que, los estudiantes tienen poco margen para pensar y estructurar con claridad ciertos conocimientos siendo estos requeridos de forma memorística sin haber un adecuado desarrollo del pensamiento teórico.

En este sentido, uno de los problemas de la enseñanza tradicional radica en que, dada la importancia que se le ha asignado al contenido, se ha fomentado un aprendizaje memorístico de conocimientos, sin comprobar si el individuo verdaderamente, es capaz de aplicar estos contenidos posteriormente al aprendizaje, a la vida real. Esto puede llegar a ser preocupante, ya que si el aprendizaje es memorístico, es muy probable que el alumno olvide con el tiempo aquello que se le ha enseñado mediante una metodología tradicional. Este planteamiento será uno de los que trabajaremos como hipótesis en este trabajo Fin de Máster.

Ante esta realidad anterior queda claro que los recursos tradicionales de enseñanza de las ciencias resultan poco eficaces para promover el aprendizaje significativo (Campanario y Moya, 1999). Hay que aceptar que en muchos centros escolares aun predomina un modelo de enseñanza por transmisión (Campanario y

Moya, 1999) pero según Pozo y otros (2006), y la resistencia al cambio de metodología se origina por la naturaleza implícita e intuitiva de las representaciones de los maestros sobre la enseñanza y el aprendizaje.

Según Calatayud, Gil y Gimeno (1992), este modelo básico de enseñanza tiene su fundamento en unas suposiciones inadecuadas:

- *Enseñar es una tarea fácil y no requiere una especial preparación.*
- *El proceso de enseñanza-aprendizaje se reduce a una simple transmisión y recepción de conocimientos elaborados.*
- *El fracaso de muchos alumnos se debe a sus propias deficiencias: falta de nivel, falta de capacidad, etc.*

Son muchos los métodos y las técnicas que los docentes aplican para enseñar las asignaturas de Ciencias, pero algunas de ellas siguen unidas al positivismo, y se utiliza el método científico como único instrumento para llegar al conocimiento, aunque, en otros casos, la principal forma de enseñar ciencia es en el papel, como un conjunto de hechos y verdades estables e incuestionables, que el libro de texto contiene, que el profesor es el que sabe y que el alumno tiene que memorizar para poder contestar las preguntas exigidas en los exámenes (Torres, 2010). Actualmente esto ocurre, a pesar de la influencia de diferentes corrientes que proponen la utilización de múltiples formas de enseñar las ciencias, en las que se incentiva la realización de experimentos y demostraciones en la clase, observaciones en el campo con la participación activa de los estudiantes en los procesos de enseñanza y de aprendizaje, con el fin de construir los conocimientos en forma conjunta, contextualizados y ligados a la actividad diaria de las personas (Núñez, 2000). Todo esto supone una reflexión acerca de la construcción del conocimiento, para así superar la enseñanza tradicional de las ciencias, que sean amplias, sistemáticas, flexibles y enmarcadas dentro de una cultura humanista (Torres, 2010).

En la década de los ochenta, ante la evidencia de que las tendencias tradicionales y tecnológicas no provocan, en un número importante de casos, aprendizajes significativos en los alumnos (Novak y Gowin, 1984; Giordan y De Vecchi, 1987), se empieza a abrir camino la idea de una enseñanza de las ciencias para todos los ciudadanos como medio para democratizar el uso social y político de la ciencia. Las personas, según este nuevo punto de vista, deben comprender para poder decidir, deben

desmitificar para poder participar y deben incorporar en su formación básica ciertos saberes de la cultura científica. Se comienza, por tanto, a cuestionar si el objetivo de la educación científica en las etapas obligatorias es realmente «enseñar las ciencias en sentido estricto» o, más bien, contribuir desde las ciencias a la formación general de todos los ciudadanos (Porlán, 1998).

Según Morin (2001), esta cultura de construcción del conocimiento debe ser genérica, alimentar la inteligencia en general, enfrentar las grandes interrogantes humanas, estimular la reflexión sobre el saber y favorecer la integración personal de los conocimientos para formar personas críticas, responsables de su aprendizaje y de su actuación. Para ello, los docentes en general y en particular los maestros en formación, necesitan una didáctica coherente y adecuada al actual contexto sociocultural, con la que accedan a una formación científica ajustada a las nuevas generaciones. Así quizás se paliaría el desinterés de los alumnos hacia el estudio de las ciencias debido a la poca relación que existe entre la forma de enseñar frente a la vinculación con el mundo real, su falta de aplicaciones prácticas y la poca relación entre la ciencia, la tecnología, la sociedad y el proceso educativo. Es conveniente que los modelos sobre la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias, en términos generales, tomen en cuenta algunos factores, entre ellos: las características socioculturales y cognitivas de los alumnos, sus concepciones epistemológicas y destrezas metacognitivas, las relaciones en el aula, los aspectos relacionados con la motivación, los recursos y, sobre todo, el contexto (Torres 2010).

Para Ramírez (2008), surgiría, así, lo que se consideraría un nuevo paradigma educativo, que enfoca los sistemas de enseñanza desde el diseño de herramientas de aprendizaje que posibilitaría que los alumnos aprendan sobre la ciencia y sobre el mundo natural con múltiples medios y en múltiples entornos de aprendizaje. Por todo lo expuesto, es muy conveniente orientar a los maestros a reemplazar las tradicionales prácticas educativas centradas en el docente y basadas en el aprendizaje memorístico y repetitivo, por una enseñanza centrada en el alumno y su aprendizaje, que le otorgue un papel más activo y responsable en su propio proceso de aprendizaje y ofreciendo una atención individualizada a los alumnos. (Fernández, Tuset, Pérez y Leyva, 2009).

3.3. Aprendizaje significativo frente al aprendizaje memorístico

David Ausubel, Joseph Novak y Helen Hanesian, especialistas en psicología evolutiva y teniendo de precedente a Vigotsky, diseñaron la teoría del aprendizaje significativo, aprendizaje a largo plazo o teoría constructivista, señalando que el aprendizaje surge al relacionar los nuevos aprendizajes con las ideas previas que se poseen.

Está ampliamente aceptado en numerosas investigaciones que para que se produzca un auténtico aprendizaje, es decir, un aprendizaje a largo plazo y que no se olvide fácilmente, es necesario conectar la estrategia didáctica del profesorado con las ideas previas del alumnado y presentar la información de manera coherente, “construyendo”, de manera sólida, los conceptos, interconectando los unos con los otros en forma de red de conocimiento. Para Coll (1990), el aprendizaje significativo equivale, ante todo, a poner de relieve el proceso de construcción de significados. Para que el aprendizaje se considere un aprendizaje a largo plazo, tiene que ser aprendizaje significativo.

Desde hace unos años la teoría del aprendizaje significativo (Ausubel, 1968) es considerada como la más adecuada para adquirir y mantener conocimientos a lo largo del tiempo, resultando de utilidad para mejorar el aprendizaje escolar (González y Novak, 1996; Guruceaga, 2001). Como es bien conocido, se caracteriza por la interacción entre el conocimiento nuevo y el conocimiento que se posee (Moreira, 2005).

El concepto de aprendizaje significativo supone un cambio radical en la manera de entender el proceso de enseñanza-aprendizaje. Frente a la idea conductista de que el aprendizaje del alumno requiere la influencia del profesor y de la metodología de enseñanza utilizada, se pone de relieve la importancia del conocimiento previo del alumno y de sus procesos de pensamiento (Lara y Lara, 2004).

Novak ha argumentado que la creación de nuevo conocimiento es un nivel relativamente alto de aprendizaje significativo logrado por sujetos que tienen una estructura de conocimiento bien organizada en un área en concreto del conocimiento, y también un compromiso emocional fuerte de persistir en encontrar nuevos significados (Novak, 1977, 1993, 1998).

Los alumnos y alumnas llegan a las clases de Ciencias con un conjunto diverso de ideas propias o esquemas de conocimiento sobre distintos objetos y fenómenos. Estas ideas a menudo están en desacuerdo con las consideraciones científicamente aceptadas y conllevan errores o concepciones alternativas muy arraigadas en su estructura cognitiva pero es el conocimiento previo el que más influye en aprendizaje (Moreira, 2005). Para aprender significativamente, el alumno tiene que manifestar una disposición para relacionar a su estructura cognitiva, de forma no arbitraria y no literal, los significados que capta de los materiales educativos, potencialmente significativos, del currículum (Gowin, 1981).

Novak (1988) afirma que el modelo de instrucción y evaluación más frecuente en escuelas y universidades justifica y recompensa el aprendizaje memorístico repetitivo y, con frecuencia, penaliza el aprendizaje significativo.

El mismo autor, Novak (1985), sostiene que hay un gran potencial de aprendizaje en los seres humanos que permanece sin desarrollar y que muchas prácticas educativas entorpecen más que facilitan la expresión del mismo.

Por otro lado, en el aprendizaje memorístico, no se suelen integrar los nuevos conocimientos con el conocimiento existente lo cual conlleva dos consecuencias negativas: primero, el conocimiento aprendido de memoria tiende a olvidarse rápidamente, a menos que sea bastante repetido o ensayado y en segundo lugar, la estructura de conocimiento o estructura cognitiva del alumno no es mejorada o modificada para aclarar ideas erróneas. Por tanto, los errores de concepto persistirán, y el potencial del conocimiento aprendido para uso en aprendizajes futuros y/o solución de problemas es poco o nulo (Novak, 2002).

Otro de los inconvenientes del aprendizaje memorístico, es que aporta poco a nuestras estructuras cognitivas, con lo cual no puede ser la base para la creatividad o para buscar soluciones originales a problemas. Sin embargo, el aprendizaje significativo (en marcado contraste con el aprendizaje memorístico por repetición mecánica) es clave para facilitar el cambio conceptual necesario para paliar el problema de los errores conceptuales (González, Morón y Novak, 2001). Esto requiere unas condiciones mínimas que podemos reducir a tres: en primer lugar, el alumno tiene que querer llevar a cabo un proceso de aprendizaje significativo, es decir, tiene que mostrar una actitud favorable para enlazar nuevos conocimientos con conceptos que él mismo ya posee en

su estructura cognitiva. En segundo lugar, tiene que tener una estructura cognitiva adecuada en la que estén presentes los conceptos más relevantes o inclusores. Y por último, los materiales de aprendizaje tienen que ser conceptualmente transparentes, en lo que se refiere al significado que se atribuye a los conceptos (González y Novak, 1996).

Las implicaciones didáctico-pedagógicas que esto conlleva en el profesorado, exige conocer cognitivamente al alumno, planificar adecuadamente el currículo y la instrucción, y desarrollar la motivación necesaria en el alumnado para que tengan una actitud favorable hacia este tipo de aprendizaje (González e Iraizoz, 2001). Respondiendo a estos requerimientos, Novak desarrolló un instrumento que facilita un aprendizaje escolar más significativo a nuestro alumnado: el mapa conceptual. Los mapas conceptuales son útiles en el diseño de módulos instruccionales más lógicos y potencialmente significativos, y también para lograr que los materiales didácticos puedan ser conceptualmente más transparentes (Guruceaga y González, 2004). Concretamente en esta investigación los vamos a utilizar como recurso didáctico por la metodología que pretendemos comparar con la enseñanza tradicional.

Desde el punto de vista de los ausubelianos, la estructura cognitiva previa, ya sean esquemas mentales o ideas previas, va a constituir la principal fuente de adquisición y retención de nuevos conocimientos en el aprendizaje significativo (Moreira, 2005).

Moreira (2005) propone una serie de principios paralelos a los principios de Ausubel, para facilitar el aprendizaje significativo:

- 1. Principio de la interacción social y el cuestionamiento. Enseñar / aprender preguntas en lugar de respuestas.*
- 2. Principio de la no centralización en el libro de texto. Del uso de documentos, artículos y otros materiales educativos. De la diversidad de materiales educativo.*
- 3. Principio del aprendiz como perceptor / representador.*
- 4. Principio del conocimiento como lenguaje.*
- 5. Principio de la conciencia semántica.*
- 6. Principio del aprendizaje por error.*

7. Principio del desaprendizaje.
8. Principio de la incertidumbre del conocimiento.
9. Principio de la no utilización de la pizarra.

Para tener una idea más clara de lo que pretende un aprendizaje significativo parece conveniente mostrar la siguiente tabla realizada por Lara y Lara (2004) que resuelve una serie de interrogantes con respecto a este tipo de aprendizaje:

Tabla 1: Interrogantes sobre el aprendizaje significativo (Lara y Lara 2004).

| ¿De dónde parte el aprendizaje significativo? | ¿En qué consiste? | ¿Cómo se realiza | ¿En qué condiciones se produce? | ¿Qué es lo que buscamos? | ¿Con qué lo conseguimos? |
|--|---|---|--|---|---------------------------------|
| Parte del nivel de desarrollo de los alumnos | En modificar los esquemas de conocimiento | Intensa actividad en el alumno fundamentalmente interna | Cuando el conocimiento es potencialmente significativo desde la estructura lógica de la materia y desde la estructura psicológica del alumno | Que los alumnos realicen aprendizajes significativos por si solos | Con estrategias de aprendizaje |
| De los paradigmas cognitivo y ecológico-contextual | | | Estructura cognitiva adecuada | Aprender a aprender | Mapas conceptuales |
| Del constructivismo | | | Actitud favorable | | Diagramas V. |

El presente estudio se centra en el último interrogante “¿Con qué lo conseguimos?”. Pues bien, para conseguir un aprendizaje significativo, el docente tendrá que utilizar la estrategia o estrategias que más se acerquen al mismo. Para Vigotsky (1934), una de las principales funciones de la enseñanza debe ser ayudar al alumno a construir una «pirámide de conceptos». Por ello, la forma más eficaz, aunque la más compleja, de organizar la información es precisamente aprender a organizarla de un modo jerárquico.

Concretamente, entre las estrategias de enseñanza para la consecución de un aprendizaje significativo se ha decidido escoger una herramienta lo suficientemente potente para enseñar contenidos conceptuales: **los mapas conceptuales**.

Éstos, ayudan a construir nuevos significados y sirven para organizar los conocimientos que situamos en la memoria a largo plazo y a la vez, tienen la función de una especie de “andamiaje mental” para ensamblar las informaciones aisladas en nuestra memoria funcional (Lara y Lara, 2004).

3.3.1. Los mapas conceptuales como herramienta para conseguir un aprendizaje significativo

Los mapas conceptuales se desarrollaron en el año 1972 durante el transcurso de un programa de investigación de Novak en el que se dedicó a seguir y comprender los cambios en el conocimiento en el área de ciencias en los niños (Novak y Musonda, 1991).

La base teórica de los mapas conceptuales se encuentra en la Teoría de la Asimilación de Ausubel (Ausubel, 1968, 2000) y en la Teoría del Aprendizaje de Novak (Novak y Gowin, 1984). Estos autores afirman que para que se realice un aprendizaje significativo, la integración de los nuevos conceptos en nuestra estructura cognitiva exige vincular estos nuevos conocimientos a los conceptos previos que ya poseen los alumnos.

Los mapas conceptuales suponen un gran recurso didáctico para el docente ya que, además de enriquecer el proceso de enseñanza-aprendizaje en el aula, son de gran utilidad a la hora de explorar la estructura cognitiva de los alumnos y para detectar las ideas alternativas de los mismos (Jalil y Peme-Aranega, 2010). Además la creación del método de hacer mapas conceptuales para registrar la comprensión de una persona sobre un cierto tema ha llevado a nuevas oportunidades para estudiar el proceso de aprendizaje y de creación de nuevo conocimiento (Novak y Cañas, 2007).

Lara y Lara (2004) señalan que, durante casi dos décadas, Novak y su equipo han estado desarrollando distintas maneras de aplicar la técnica de los mapas conceptuales para que los maestros puedan ayudar a sus estudiantes a que «aprendan a aprender».

Muchos alumnos y maestros se sorprenden de ver cómo esta simple herramienta facilita el aprendizaje significativo y la creación de poderosas estructuras de conocimiento que no solo permiten la utilización del conocimiento en nuevos contextos, sino también la retención del conocimiento por largos periodos de tiempo (Novak, 1990; Novak & Wandersee, 1991).

Otros autores consideran la eficacia de los mapas conceptuales para revelar la comprensión conceptual de los alumnos, y también destacan las actitudes positivas que se potencian en ellos (González y Jáuregui, 1992).

Al ser los mapas conceptuales una de las bases del presente estudio se ha considerado necesario llevar a cabo un análisis bibliográfico de investigaciones en didáctica de las ciencias que han utilizado los mapas conceptuales como recurso. Concretamente, mostramos en el apartado siguiente de esta memoria algunas de las investigaciones más destacadas.

3.4. Investigaciones en Didáctica de las Ciencias sobre mapas conceptuales como recurso

En primer lugar consideramos oportuno exponer una definición científica del concepto citando a los siguientes autores:

- Para Novak y Gowin (1984), los mapas conceptuales son diagramas que representa el conocimiento de una forma organizada.
- Cañas et al. (2003) apuntan que un mapa conceptual es una representación gráfica de una serie de relaciones entre conceptos en nuestra estructura cognitiva; pero esta representación ha de tener una construcción básica y características específicas ya que no todos los gráficos que contienen textos en sus nodos, son mapas conceptuales.
- Otros autores como Quinn et al. (2004) y Horton et al. (1993) señalan que los mapas conceptuales son diagramas bidimensionales, jerárquicos con nodos vinculados, que representan el conocimiento conceptual de una forma visual concisa.
- Según Moreira (1997) los mapas conceptuales son diagramas que muestran relaciones entre conceptos o palabras que representan otros conceptos.

- Para Stewart, Van Kirk y Rowell (1979), el mapa conceptual es un instrumento para representar la estructura conceptual de una disciplina o segmento de una disciplina, en dos dimensiones.
- González (1992) considera que un mapa conceptual muestra la jerarquía y las relaciones que existen entre los conceptos contenidos en la mente.

Una vez expuestas las anteriores definiciones se puede decir que un mapa conceptual consiste en representar de forma esquematizada y jerarquizada los conceptos principales de un tema con el fin de organizar los conocimientos que se poseen de dicho tema y mostrar las relaciones semánticas entre los conceptos implicados.

Novak y Gowin (1984) proponen *los mapas conceptuales* como un recurso esquemático para representar un conjunto de significados conceptuales incluidos en una estructura de proposiciones, que tiene por objeto representar las relaciones significativas entre los conceptos del contenido (externo) y del conocimiento del sujeto.

En base a estas aportaciones de Novak, se han llevado a cabo investigaciones que han mostrado que los mapas conceptuales son unos instrumentos muy eficaces para captar el conocimiento de un experto (González y Zuasti, 2008, Coffey, J.W.; Hoffman, R.; Cañas, A.J. and Ford K.M., 2002) y muestra también el llamado conocimiento implícito o tácito (Novak, 1998; González García, 2008; González García, Gुरुceaga, Pozueta y Lara, 2009). En este sentido, se han llevado a cabo investigaciones que elaboran “Modelos de conocimiento” basados en mapas conceptuales (Cañas et al., 2000; Nesbit y Olusola, 2006; Novak, 1998). En la misma línea, autores como Martínez (2013) han realizado un estudio sobre la efectividad didáctica de los mapas conceptuales para el aprendizaje de conceptos de física.

Concretamente, hay infinidad de estudios sobre la eficacia de los mapas conceptuales en todos los ámbitos académicos, tanto en Primaria como en Secundaria y la Universidad.

A modo de ejemplo, resaltaremos a continuación algunos de ellos:

Autores como Álvarez y Risco (1977) utilizaron con gran éxito la técnica de los mapas conceptuales con niños pertenecientes al grado de enseñanza primaria.

Stewart, Van Kirk y Rowell (1979) enfocan el valor de la técnica de los mapas conceptuales como una técnica y recurso para el diseño de material curricular,

planificación instruccional o la evaluación en el campo de la Didáctica de la Biología; todo ello justificado por una validación empírica importante. Para estos autores, los mapas conceptuales representan una unión entre la teoría del aprendizaje y la enseñanza.

Fraser y Edwards (1985) llevaron a cabo una investigación donde se probó si el perfeccionamiento en la técnica de los mapas conceptuales afectaba al rendimiento académico del alumno en los exámenes tradicionales de clase y resultó que la realización de los mapas conceptuales por parte de los alumnos supuso una mejora en éstos exámenes. Además, en el estudio también se comprobó, que los alumnos que mejoraron su técnica en la creación de los mapas conceptuales, experimentaron progresos significativos en el ámbito académico.

En el estudio realizado por Fuatai (1986), se analizó la enseñanza impartida a alumnos de secundaria a través de mapas conceptuales, dando lugar a una mejora en las puntuaciones de test de Matemáticas, además de aumentar la habilidad en la resolución de nuevos problemas de dicho área.

La utilidad de los mapas conceptuales es tan amplia que algunos autores como Martínez (2011) han realizado un estudio sobre la eficacia de distintos entornos de simulaciones en la enseñanza de la física y han utilizado los mapas conceptuales en su metodología para entender cómo piensan los alumnos.

Además los mapas conceptuales ayudan a los alumnos a aprender a aprender (Symington y Novak, 1982, citado de González, 1992: 151). Más específicamente, se puede decir que los mapas conceptuales ayudan a los profesores y a los alumnos a ver la naturaleza conceptual y proposicional del conocimiento y su relación con la comprensión humana, incluso los niños aprenden fácilmente a construir mapas conceptuales de lecturas de textos, listas de palabras de conceptos importantes, discusiones en clase sobre experimentos, viajes al campo u otra fuente de experiencias.

Para Novak, (1982) “el aprendizaje es compartición de significados y los mapas conceptuales hacen evidentes esos significados, se convierten en instrumentos para explorar y negociar significados”. Gowin (1981), al igual que Novak, considera que el aprendizaje es compartición de significados y los mapas conceptuales revelan esos significados.

Trabajar sólo con mapas conceptuales supone un aprendizaje potencialmente significativo. Aunque es necesaria una actitud del profesorado y del alumnado de enseñar y aprender de manera significativa, ya que el material, que es potencialmente significativo, se podría memorizar por repetición, como una lista de palabras, por lo que tendríamos un aprendizaje por repetición memorístico, que se olvida de forma rápida y no un aprendizaje significativo a largo plazo. Por lo tanto, tanto maestros como profesores han de considerar en las aulas otros factores como el trabajo cooperativo, la motivación hacia el alumno, y la creatividad y la oportuna adaptación curricular, con el fin de crear el aprendizaje significativo.

Lemos, Moreira y Mendonça (2008) defienden que se deberían introducir los mapas conceptuales en la dinámica de las clases de varios temas del currículo escolar para que sea posible negociar con los estudiantes de modo eficiente, es decir, debe haber una familiarización gradual de la herramienta para que se pueda conquistar la autonomía en su uso.

Es importante destacar la utilidad que, según algunos autores como Ontoria et al. (1995), le pueden dar los maestros a los mapas conceptuales. En primer lugar como organizador previo de los contenidos con el fin de integrar la información que aporta el mapa; también como diagnóstico previo del grado de organización de los conocimientos que poseen los alumnos, antes de iniciar el proceso de enseñanza-aprendizaje de un nuevo tema; para que los alumnos tomen conciencia de lo que saben previamente a la enseñanza de la nueva unidad didáctica; para estructurar la nueva información, como resumen visual de los contenidos para una mejora en la comprensión y por último, para mejorar el recuerdo ya que, como se ha dicho con anterioridad, los mapas conceptuales favorecen un aprendizaje significativo.

A modo de resumen de este apartado, en la Figura 1 que se muestra a continuación, se presenta un mapa conceptual sobre los mapas conceptuales, elaborado por J.D. Novak en su artículo “The theory underlying concept maps and how to construct them”.

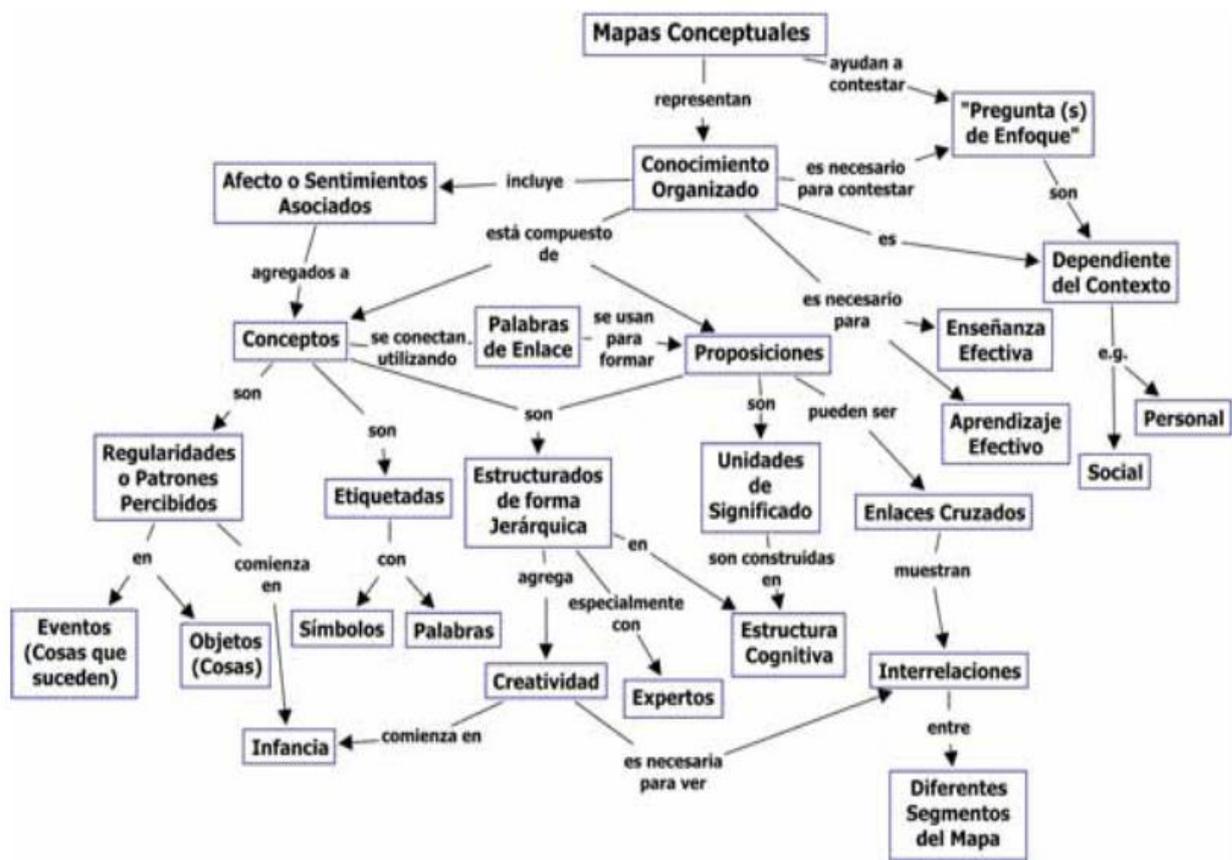


Figura 1: Mapa conceptual que muestra las características clave de los mapas conceptuales (Novak y Cañas, 2007).

3.5. El análisis de los libros de texto para la didáctica de las ciencias

Dado que otra de las bases que han guiado el trascurso de este trabajo ha estado basada en un análisis comparativo de diferentes libros del curso de 4° de Primaria para el estudio del tema de la materia, se presenta a continuación unas pinceladas sobre algunos de los antecedentes de investigaciones que analizan los libros de texto como recurso educativo en el ámbito escolar.

Los libros de texto han constituido desde siempre uno de los recursos educativos más empleados en el ámbito escolar, y en ocasiones el único (Parcerisa, 1996; Del Carmen y Jiménez Aleixandre, 1997; Jiménez Valladares, 2000). Por ello han sido muchas las investigaciones realizadas que analizan la estructura, eficacia, casos prácticos, etc. de los libros que se utilizan en los centros educativos.

En el estudio realizado por Martínez et al. (1999) se concluye que de los 406 profesores escogidos como muestra, el 81'3 % usan el libro de texto como guía de su enseñanza.

En el caso de la Educación Secundaria, según Sánchez y Valcárcel (1999) el 92% de los docentes usan el libro de texto principalmente para llevar a cabo las unidades didácticas, aunque la utilización en exclusiva del libro de texto disminuye cuando los profesores han realizado cursos de actualización didáctica de larga duración (Rodrigo et al., 2000).

La dependencia del libro del texto aumenta si los profesores son principiantes o si tienen bajos conocimientos del contenido científico a enseñar (Harlen y Holroyd, 1997; Lee y Porter, 1993). Además los libros de texto, aunque tienen gran influencia en la adquisición de conceptos científicamente aceptados, también pueden reforzar las preconcepciones de los estudiantes y contribuir a causar dificultades de aprendizaje (Perales, 2000).

Por otro lado, hay casos en los que algunos libros de texto utilizados en el aula no fomentan el tratamiento práctico de las ciencias. Muchos proponen actividades de consolidación y de refuerzo de conocimientos, muy ligadas al texto pero incentivan poco la creatividad; además, escasean con frecuencia las actividades de análisis, siendo muy reducido el número de actividades experimentales (García Barros y Martínez Losada, 2003; Pardo Santano, 2004). La idea de ciencia que algunos textos transmiten es limitada, quedando reducida a una actividad de aprendizaje pasivo en donde es más importante aprender los conceptos (Pardo Santano, 2004).

Algunas investigaciones como la de Jiménez Valladares y Perales (1997) admiten algunas mejorías en los libros a lo largo de los años, sobre todo desde el punto de vista metodológico, y un posible aumento de las referencias dedicadas a temas de la vida cotidiana y ciencia-tecnología-sociedad.

En la línea de estas investigaciones, en el trabajo que se presenta, se realiza un pequeño análisis comparativo de cuatro editoriales, Anaya, Edebé Santillana y SM sobre el tema o los temas relacionados con la materia, unidad correspondiente al área de Conocimiento del Medio, en el curso 4º de primaria.

3.6. El concepto de materia en el Currículo de Educación Primaria

En este trabajo fin de máster, nos vamos a centrar en el tema de “La materia”. Para conocer el concepto y los términos que le siguen, los alumnos han tenido que trabajar anteriormente conceptos como son: la masa, el volumen, los estados de agregación o algunas propiedades sencillas como el color, olor, textura, etc.

En el currículo de Primaria para la Comunidad de Extremadura (DOE nº 50, 3 Mayo 2007), en el bloque de contenido denominado «Materia y energía», podemos encontrar, de menor a mayor dificultad, los elementos que permiten pasar de una idea intuitiva de materia a la medida de algunas de sus magnitudes asociadas como son: la masa, el volumen y la densidad.

Si hacemos un análisis en los diferentes ciclos de Primaria, nos encontramos que:

En el **primer ciclo**, en el bloque 6 «Materia y energía» se indica:

- *“La diversidad de materiales. Clasificación según criterios elementales: estado de agregación, textura, color, forma, plasticidad, etc.”*

Entre los criterios de evaluación se especifica:

- *“Identificar diferencias en las propiedades elementales de los materiales, relacionando algunas de ellas con sus usos, y reconocer efectos visibles de las fuerzas sobre los objetos.”*

Posteriormente, en el **segundo ciclo** encontramos varias indicaciones en relación a nuestro tema de estudio:

- *“Comparación, clasificación y ordenación de diferentes objetos y materiales a partir de propiedades físicas observables (peso/masa, estado, volumen, color, textura, olor, atracción magnética) y posibilidades de uso.”*
- *“Identificación de mezclas.”*
- *“Planificación y realización de experiencias sencillas para estudiar las propiedades de materiales de uso común y su comportamiento ante cambios energéticos, haciendo predicciones explicativas sobre resultados.”*

Por último, en el **tercer ciclo**, aparecen varias indicaciones:

1. *“Estudio y clasificación de algunos materiales por sus propiedades (dureza, solubilidad, estado de agregación y conductividad térmica).”*

2. *“Utilización de diferentes procedimientos para la medida de la masa y el volumen de un cuerpo.”*

3. *“Explicación de fenómenos físicos observables en términos de diferencias de densidad. La flotabilidad en un medio líquido.”*

Así pues, el tema de “La materia” se va mostrando gradualmente a los alumnos a partir del concepto base, la materia, pasando por términos como masa y volumen y algunos hechos cercanos, como las mezclas y las propiedades.

Una vez analizado desde un punto de vista teórico los antecedentes e investigaciones relacionadas con este trabajo, en el siguiente apartado se desarrolla la Metodología del diseño experimental llevado a cabo.

4. METODOLOGÍA

4.1. Objetivos

Con la elaboración de este trabajo se quiere comprobar si el método tradicional de enseñanza es suficiente para la adquisición de conocimientos científicos en la etapa de primaria o bien, si es necesario ampliar este método aplicando otras estrategias de enseñanza como son los mapas conceptuales con recursos, dando la oportunidad al alumno de acercarse de otra forma a la ciencia y aprenderla de una forma más amena y gratificante.

Por otro lado, también se va a realizar una comparativa de distintas editoriales a la hora de explicar en sus libros el tema escogido, “La materia”, en 4º de Educación Primaria. Dicho análisis se lleva a cabo mediante la realización de mapas conceptuales que reflejen de manera esquemática la estructura, organización y conceptos desarrollados en cada uno de los libros de texto analizados.

Con el fin de llevar a cabo lo propuesto anteriormente, se han formulado dos objetivos generales. En primer lugar, para comprobar si el aprendizaje que realizan los alumnos en el colegio es memorístico o significativo, se pretende conocer si los alumnos olvidan los contenidos explicados al promocionar de curso. Para ello se ha planteado el objetivo general nº 1:

(OG1): Comprobar qué recuerdan los alumnos del tercer ciclo, de 6º de Primaria, sobre el tema de la densidad de líquidos trabajado mediante otra experiencia en el curso anterior.

Posteriormente, con el fin de probar la utilidad didáctica de intervenciones de aula que persiguen un aprendizaje más significativo se ha planteado el objetivo general nº 2:

(OG2): Mejorar la adquisición de la competencia científica en el aula de Primaria a través de mapas conceptuales con recursos visuales.

Para la consecución de este objetivo, se ha desglosado en los siguientes objetivos específicos:

- Objetivo específico 1 (OE2.1): Conocer las ideas previas de los alumnos con respecto al bloque de contenidos de “La materia”.

- Objetivo específico 2 (OE2.2): Diseñar una intervención didáctica que utilice mapas conceptuales para impartir el tema de “La materia” en el aula de 4º de Primaria.
- Objetivo específico 3 (OE2.3): Valorar la eficacia de las diferentes formas de abordar el conocimiento científico en el aula.
- Objetivo específico 4 (OE2.4): Comparar, desde un punto de vista didáctico, una metodología basada en la enseñanza de la materia a partir de la realización de mapas conceptuales con recursos (fotos, vídeos, anotaciones...) frente a la básica metodología de enseñanza tradicional.
- Objetivo específico 5 (OE2.5): Analizar estadísticamente los resultados obtenidos para determinar la utilidad didáctica de la metodología empleada.

Por último, con el propósito de comprobar si hay diferencias entre los libros de texto de Conocimiento del Medio de distintas editoriales, se ha planteado el objetivo general nº 3:

(OG3): Realizar un análisis del tema de “La materia”, de los libros de cuatro editoriales, a través de mapas conceptuales.

Para lograr este objetivo, se ha considerado oportuno desglosarlo en los siguientes objetivos específicos:

- Objetivo específico 1 (OE3.1): Analizar la estructura que sigue cada editorial para el tema de “La materia” a través de mapas conceptuales.
- Objetivo específico 2 (OE3.2): Analizar los contenidos, de forma global y de forma específica, que sigue cada editorial para el tema de “La materia” a través de mapas conceptuales.
- Objetivo específico 3 (OE3.3): Analizar el proyecto que realiza cada editorial en el tema de “La materia” a través de mapas conceptuales.
- Objetivo específico 4 (OE3.4): Analizar la forma de introducir el tema que expone cada editorial para el tema de “La materia” a través de mapas conceptuales.
- Objetivo específico 5 (OE3.5): Analizar una comparación de editoriales.

- Objetivo específico 6 (OE3.6): Comprobar qué editorial plantea mejor al alumnado el tema a tratar.

4.2. Hipótesis

Se han formulado varias hipótesis a raíz de los objetivos propuestos en el apartado anterior. Estas hipótesis se analizan una vez obtenidos los resultados de este trabajo fin de máster en el apartado 5 de esta memoria.

Es necesario obtener resultados sobre las ideas previas de los alumnos sobre la materia, para poder realizar posteriormente una comparativa entre resultados de este test detección de ideas previas y otro test evaluativo.

Consideramos muy probable que los mapas conceptuales condicionen y motiven a los alumnos a aprender ciencias por ello, las hipótesis que han guiado este trabajo han sido:

- Hipótesis 1 (H1): (Relacionada con el OG1) Los alumnos que actualmente cursan 6º de Primaria, no recuerdan los contenidos trabajados durante el curso anterior del tema de la densidad de líquidos.
- Hipótesis 2 (H2): (Relacionada con el OG2) Existen ideas previas erróneas en los alumnos de 4º de Primaria con respecto al tema de “La materia”.
- Hipótesis 3 (H3): (Relacionada con el OG2) Existen diferencias estadísticamente significativas entre la metodología tradicional frente a la metodología experimental basada en realizar una intervención didáctica con mapas conceptuales.
- Hipótesis 4 (H4): (Relacionada con el OG3) Hay diferencias relevantes en los distintos libros de texto analizados a la hora de diseñar el tema “La materia”.

Todas estas hipótesis se verán aceptadas o rechazadas una vez expuestos los datos obtenidos en cada caso.

4.3. Muestra

Para llevar a cabo esta investigación, se ha elegido el CEIP Francisco Valdés de la Comunidad de Extremadura como población de estudio. El CEIP Francisco Valdés de Don Benito es de una clase media alta debido, principalmente, a la zona en que está situado y los alumnos, en general, no suelen tener problemas para llevar correctamente

los estudios. Los alumnos se caracterizan, generalmente, por tener un buen rendimiento académico desde que comenzaron su educación primaria.

Posteriormente, a través de un muestreo por conveniencia, se ha escogido el curso 4º de Primaria para llevar a cabo el estudio. Consta de cuatro grupos en total, de los cuales, dos se considerarán grupo de control y los otros dos formarán los grupos experimentales. La facilidad para acceder a este centro ha sido el motivo principal para su elección. Aunque no ha habido problemas para realizar el estudio con esta muestra, es importante destacar, que los grupos experimentales fueron 4º A y 4º D por tener especial facilidad de acceso a los mismos, además, en el apartado 5 de resultados se comprueba que inicialmente, no hay diferencias estadísticamente significativas entre los cuatro grupos como para tener prioridad en la elección

En este estudio y con el objetivo de conseguir el OG2 marcado en esta investigación, han participado un total de 78 alumnos del colegio. Éstos alumnos estaban divididos en 4 grupos: 4º A con 20 alumnos, 4º B con 20, 4º C con 17 y 4º D con 21. Dos de estos grupos son los que conformaron los grupos experimentales y los otros dos los grupos de control. Concretamente, 41 alumnos fueron los que se vieron implicados directamente en el diseño de la intervención didáctica y en los aspectos organizativos de la misma. Tanto el alumnado como el profesorado elegido para la investigación, se prestaron de forma voluntaria a participar en esta experiencia.

Adicionalmente, y para conseguir el OG1 de esta investigación, también se eligió como muestra de estudio el grupo que cursa 6º de primaria. Estos alumnos pertenecen al mismo centro y tienen unas características similares. Son un total de 20 alumnos con lo cual, si hablamos de muestra total, serían 98 alumnos los que han formado parte de todo el estudio en su conjunto.

4.3.1. Muestra 1: elección de los grupos experimentales

Como se ha dicho anteriormente, los grupos a los que se les aplicó la intervención didáctica fueron el grupo 4ºA y 4ºD, con un total de 41 alumnos.

En estos grupos, que constituyen el grupo experimental para nuestra investigación, se ha utilizado como metodología didáctica una enseñanza basada en la utilización de mapas conceptuales realizados con CmapTools para poner anexarles recursos interactivos. Como instrumentos de evaluación se han utilizado dos

cuestionarios: uno de detección de ideas previas y otro de evaluación final, realizados ambos por el total de alumnos de este grupo.

4.3.2. Muestra 2: elección de los grupos de control

El grupo de control lo formaron los grupos 4° B y 4° C, un total de 37 alumnos.

Estos alumnos han seguido una metodología de enseñanza tradicional con sus respectivas maestras, con el fin de comparar los resultados académicos frente al grupo experimental. Los recursos que han utilizado estos alumnos en el aula han sido sus respectivos libros de texto y las fichas complementarias y de refuerzo. Se contó con el temario exacto estudiado por estos alumnos (que es el mismo para todo 4° de Primaria) con el fin de evitar confusiones a la hora de preguntar los contenidos correspondientes en el examen final.

4.3.3. Alumnos de 6° de primaria. ¿Qué recuerdan de la densidad del curso anterior?

A los sujetos que conforman este grupo, se les pasó el mismo examen que realizaron hace un año para verificar si mantenían algún recuerdo de lo aprendido tras una explicación totalmente teórica de los contenidos que se trataron y verificar así si el aprendizaje de dichos contenidos fue memorístico o significativo.

4.4. Diseño de la investigación

En primer lugar se cree conveniente aportar un diagrama que presenta claramente el diseño de forma general, con la intervención para el grupo experimental y las comparativas con el grupo de control. Aun así, todo ello se explicará posteriormente con detalles:

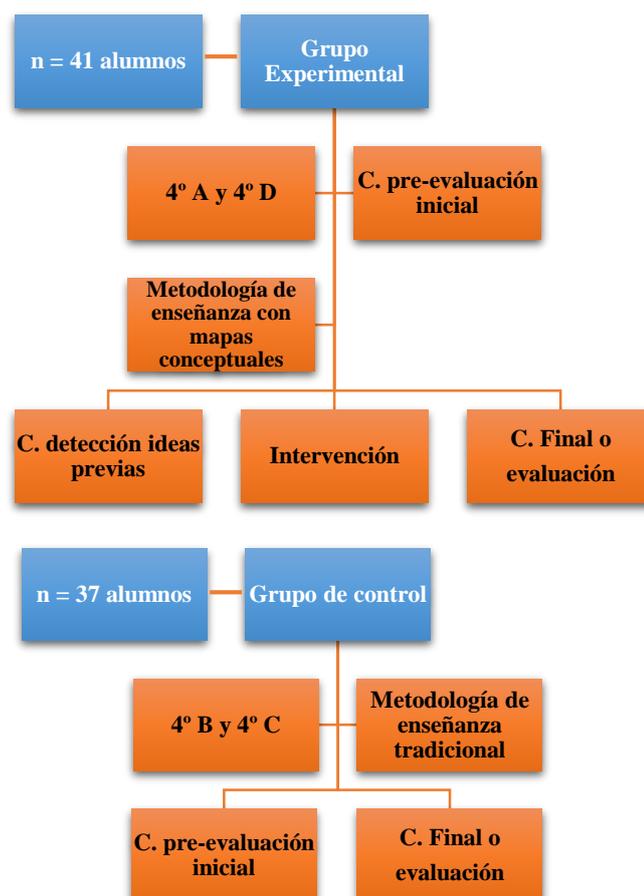


Figura 2: Diagrama global del diseño experimental

A la hora de diseñar una intervención didáctica basada en la elaboración de mapas conceptuales en el aula, que cumpla con los objetivos planteados en este trabajo, se debe tener en cuenta que el nivel curricular del alumnado condiciona la elección del fenómeno a estudiar. Dicho nivel determinará tanto la intervención, como su manera de presentación, su explicación final y el grado de guía que el profesor debe ejercer.

Cuando se trata el tema de la materia, en el área de Conocimiento del Medio de 4º de Educación Primaria, los alumnos ya están familiarizados con algunos de los conceptos implicados en este tema, como por ejemplo, los estados en los que se presenta en la naturaleza la materia o alguna de las propiedades que presentan.

En principio no parece un tema excesivamente complejo ni difícil para desarrollar en el aula, pero tendemos a dar por adquiridos conocimientos previos como: masa, volumen o los distintos estados de la materia.

Esto está ampliamente estudiado en diversos artículos. Por ejemplo, autores como Arillo (2013), explican que los profesores de todos los niveles educativos deben preocuparse por averiguar lo que sus alumnos saben acerca de los fenómenos físico-naturales. Así mismo, es recomendable que como maestros, nos esforcemos por conocer estas ideas en nuestros alumnos, y les orientemos para buscar otras informaciones comparables con los que piensan los alumnos. Es decir, debemos utilizar las ideas de los alumnos como el eje principal del aprendizaje y la enseñanza de las ciencias.

Lo cierto es que ideas previas sí que se tienen, pero no tantas o no tan desarrolladas como se cree. Sin embargo, basta con lanzar preguntas al aire, del tipo: “¿Qué ocurre si pones la cubitera con agua en el congelador?”, y “si pones a cocer judías verdes, ¿qué le pasa al agua de cocción?”, “¿se ve el azúcar disuelta en el agua?”... Entonces se comprueba que sí que recuerdan mucho de lo aprendido en cursos anteriores y a través de su propia experiencia personal, como cuando eran pequeños y “buscaban los polvos del colacao en la leche.”

Sin embargo, al plantear el tema de la materia, se observa que hay muchos alumnos que desconocen el concepto y tienen ideas dispersas al respecto y, en un primer momento, no saben qué responder, o bien les resulta difícil de explicar otros conceptos relacionados como son los cambios que experimenta la materia.

Se escogió esta unidad precisamente por ser un tema complejo que aparece a diario en nuestras vidas y se pensó en cómo se podía adquirir el concepto de forma que se mantuviera en el tiempo, para que el aprendizaje sea a largo plazo y significativo.

Por este motivo se decidió trabajar con mapas conceptuales ya que como se ha visto con anterioridad en la fundamentación teórica, los mapas conceptuales con recursos dan mucho juego en el aula y producen un aprendizaje más sólido, permaneciendo en la memoria con facilidad.

Otro aspecto a tener en cuenta, es la temporalización de la intervención didáctica. Se inició a finales del segundo cuatrimestre del curso 2014/2015 en mayo, realizando la intervención didáctica al grupo experimental, y acabó a principios de junio pasando los post-test.

Los alumnos de los *grupos experimentales* fueron el primer objeto de estudio. Con ellos se llevó a cabo una enseñanza diferente a través de los mapas conceptuales. El procedimiento enseñanza-aprendizaje elegido tiene bastantes aspectos positivos pero los

alumnos, también tienen un papel importante como responsables de su propio aprendizaje.

En primer lugar, recibieron la información necesaria sobre el estudio que se quería realizar y el motivo por el cual se iba a llevar a cabo todo este proceso de enseñanza.

En principio, los alumnos tuvieron que contestar las preguntas de un examen a modo de “pretest” o test de detección de ideas previas. Esto nos permite contrastar la hipótesis 2 planteada. Se preveían unos resultados bastante bajos ya que probablemente los alumnos no recordaran bien los conceptos que se preguntaban en el test, pues se trabajaron hacía tiempo y para entonces podrían haberse olvidado en su mayoría. Estas ideas previas se usaron como punto de partida para la elaboración del material didáctico que utilizaría el grupo experimental en el estudio del tema elegido.

Un par de semanas después, se llevó a cabo la intervención didáctica diseñada para los grupos experimentales para posteriormente evaluar el grado de adquisición de los contenidos aprendidos mediante un post-test diseñado para tal fin. De este modo, se puede comparar la validez didáctica de la intervención realizada en los grupos experimentales. (El desarrollo de la intervención en el grupo experimental se desarrolla en el siguiente apartado de esta memoria).

Adicionalmente, y para poder comparar los resultados con la metodología tradicional, se tuvo en cuenta la impartición de los mismos contenidos con los grupos de control. Específicamente, los alumnos pertenecientes al *grupo de control* recibieron la explicación del tema, por parte de sus tutoras, en la fecha programada por las mismas. Esta forma de enseñanza-aprendizaje estuvo orientada al método tradicional: se siguió el tema con el libro y fichas de refuerzo.

Posteriormente, estos alumnos realizarán el cuestionario evaluación final, igual que el de sus compañeros de los grupos experimentales, con el fin de comprobar qué conceptos seguían implícitos después de la enseñanza tradicional y con el objetivo de comparar los resultados entre los grupos de control y los grupos experimentales. Es decir, para contrastar la hipótesis 3 planteada.

4.5. Desarrollo de la intervención en el grupo experimental

Para un buen diseño curricular es esencial que el trabajo innovador en clase tenga una función claramente definida y tenga en cuenta, a ser posible, las siguientes pautas según Wheatley (1991), Pintrich et al. (1993) y Baird (1997):

- Las tareas tienen que ser verdaderamente significativas para los alumnos, es decir, que encajen en el perfil de intereses y conocimientos que poseen.
- Han de ser relevantes para su vida diaria, lo que reportará una mayor familiaridad y aplicabilidad.
- Para resultar llamativas, deben presentarse de un modo desafiante, como una curiosidad, una paradoja o con un factor sorpresa.
- Que sean novedosas, combinando tareas de distinto tipo y evitando la monotonía y la rutina.
- Que inviten a los alumnos a tomar decisiones, más que a seguir recetas o protocolos preestablecidos que se tengan que aprender de manera rutinaria.

Además de cumplir los requisitos anteriores, la unidad realizada fue de sencilla elaboración. El material para su diseño fue el software Cmaptools. Este programa se detalla en el apartado 4.5.1 de esta memoria.

La unidad didáctica con mapas conceptuales, dividida en cuatro bloques, se realizó en dos sesiones a cada clase.

La primera sesión duró 45 minutos y en ella se explicaron los dos primeros bloques. También, para finalizar, se hizo un repaso de lo que se había expuesto para que los alumnos se familiarizaran con el temario.

Para la segunda sesión se requería una hora. Se expusieron los dos bloques restantes y además se hizo un repaso total de la unidad lanzando preguntas a los niños.

Uno de nuestros propositos es constatar que puede ser un buen método de enseñanza para que los niños aprendan ciencia de forma divertida gracias a las imágenes y videos que incluyen los mapas conceptuales.

4.5.1. Materiales elaborados para la intervención

Los mapas conceptuales elaborados con recursos informáticos pueden ser muy útiles para mejorar el trabajo activo y la comunicación en el aula, resultando

especialmente adecuados para el desarrollo de diferentes tipos de competencias docentes (Novak y Cañas, 2005).

Estos mapas con recursos se crearon con un programa específico llamado CmapTools. Es una herramienta motivante y fácil de utilizar tanto para el alumnado, a partir de 3º de Educación Primaria, como para el profesorado. Según Chacón Ramírez (2006) el uso de mapas conceptuales, utilizando el programa CmapTools, funciona como estrategia para el desarrollo de la comprensión, la interpretación, el análisis, la síntesis y la metacognición al “hacer mapas de ideas y conceptos relevantes para cada cual”.

Este programa se desarrolló por el profesor Alberto Cañas en el IHMC, Instituto de Cognición Humana y de Máquinas y facilita a los usuarios, de todas las edades, crear y modificar mapas conceptuales y, además, permite a los usuarios colaborar a distancia en la construcción de sus mapas, publicar sus mapas conceptuales de manera que cualquier persona los pueda acceder a ellos en Internet, agregarle recursos a los mapas para explicar mejor sus contenidos, y hacer búsquedas en Internet sobre información relacionada al mapa (Novak y Cañas, 2007).

Los recursos que se pueden añadir al mapa pueden ser fotos, imágenes, gráficos, videos, anotaciones, páginas web, etc. que pueden estar ubicados en cualquier parte de Internet.

CmapTools, también apoya la construcción de “modelos de conocimiento”: grupos de mapas conceptuales y recursos asociados sobre un tema en particular (Cañas et al., 2003b).

La unidad presentada a los alumnos se elaboró con mapas conceptuales a través de este programa. Concretamente, se creó un modelo de conocimiento formado por un total de 5 mapas conceptuales mostrados a continuación en el orden seguido para la intervención.

Dado que presentan recursos anexados a los conceptos, lo ideal sería visualizarlos a través del software CmapTools para ver el material complementario.

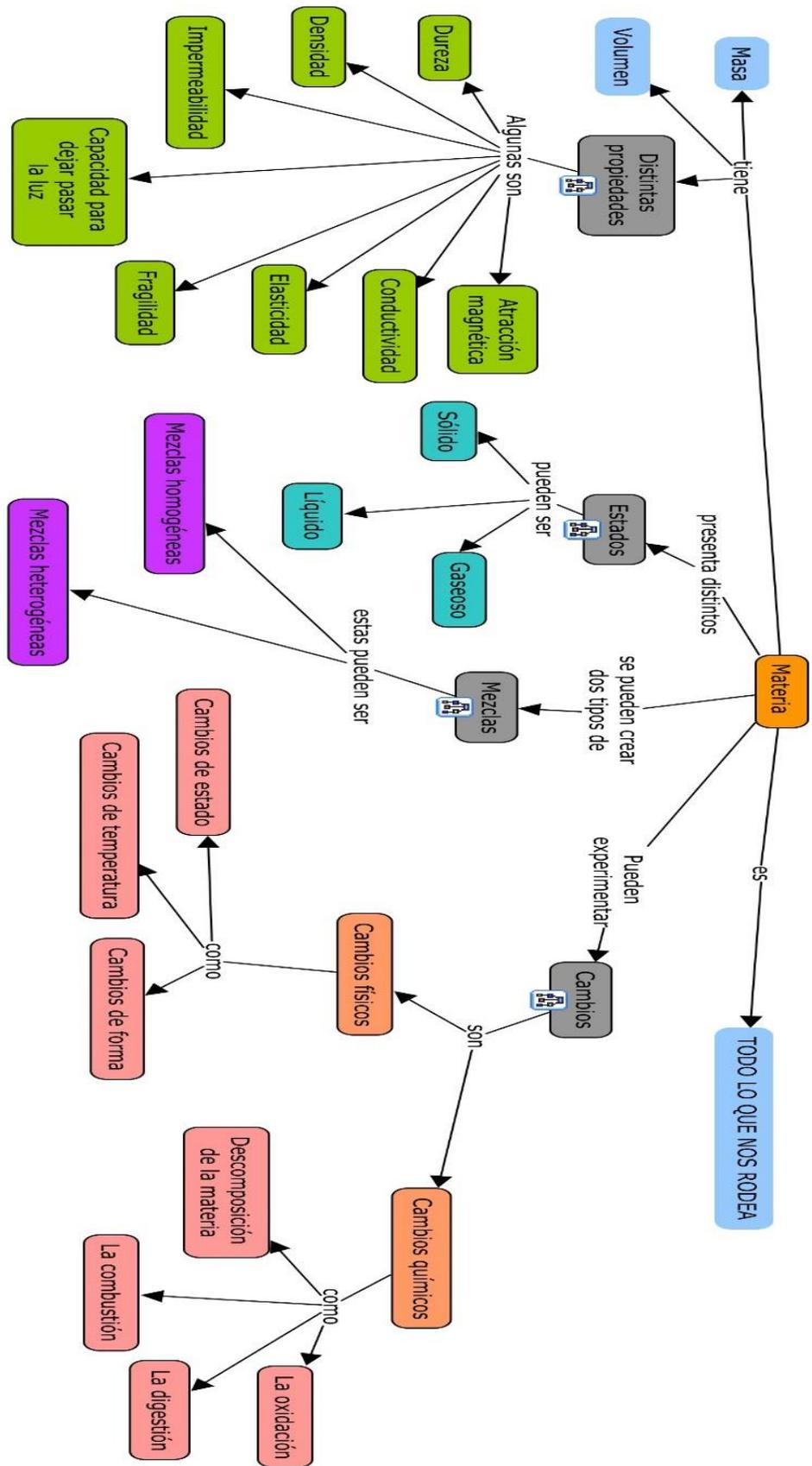


Figura 3: Mapa conceptual global para la intervención

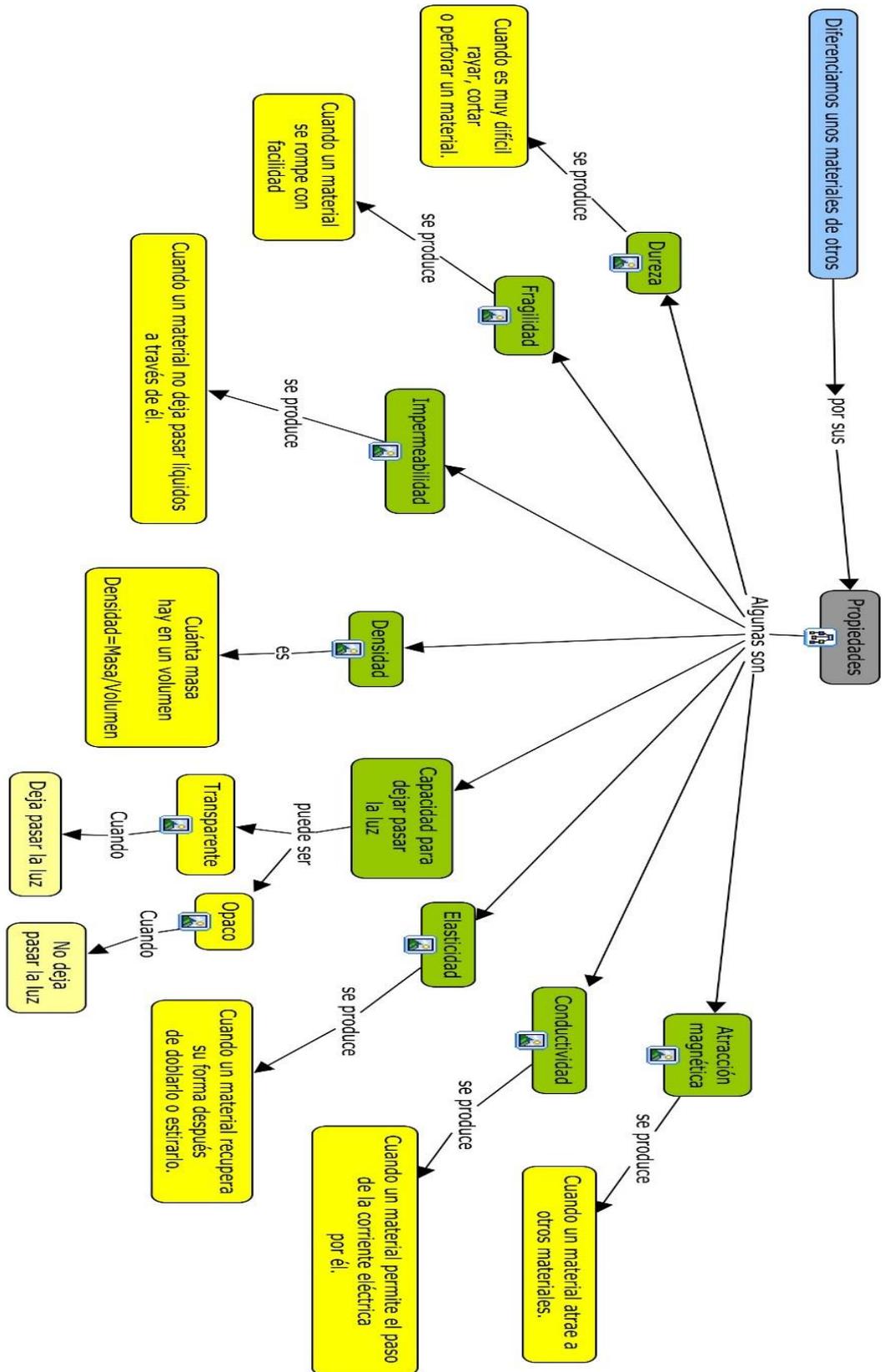


Figura 4: Mapa conceptual “Propiedades” para la intervención

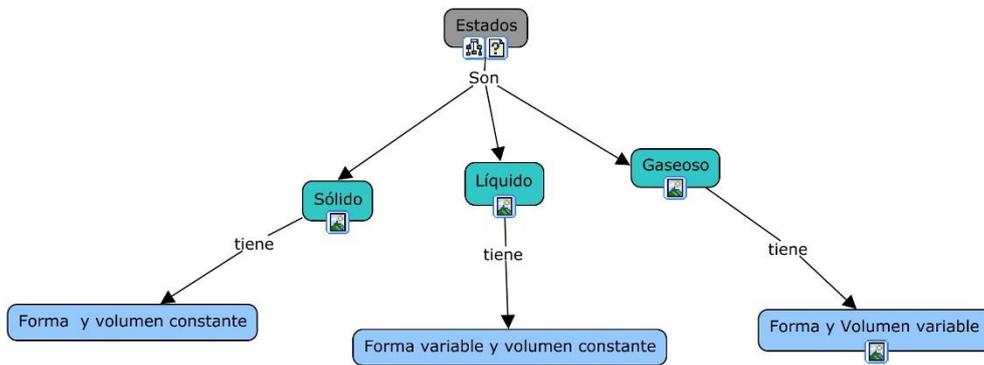


Figura 5: Mapa conceptual “Estados” para la intervención

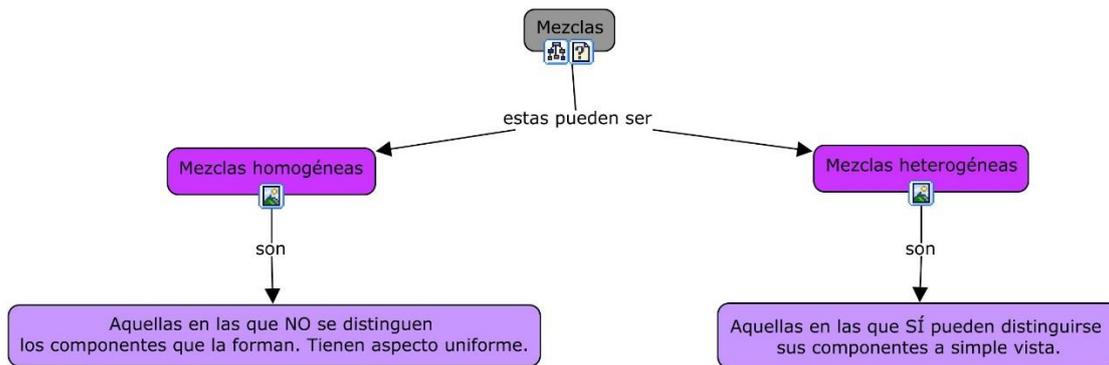


Figura 6: Mapa conceptual “Mezclas” para la intervención

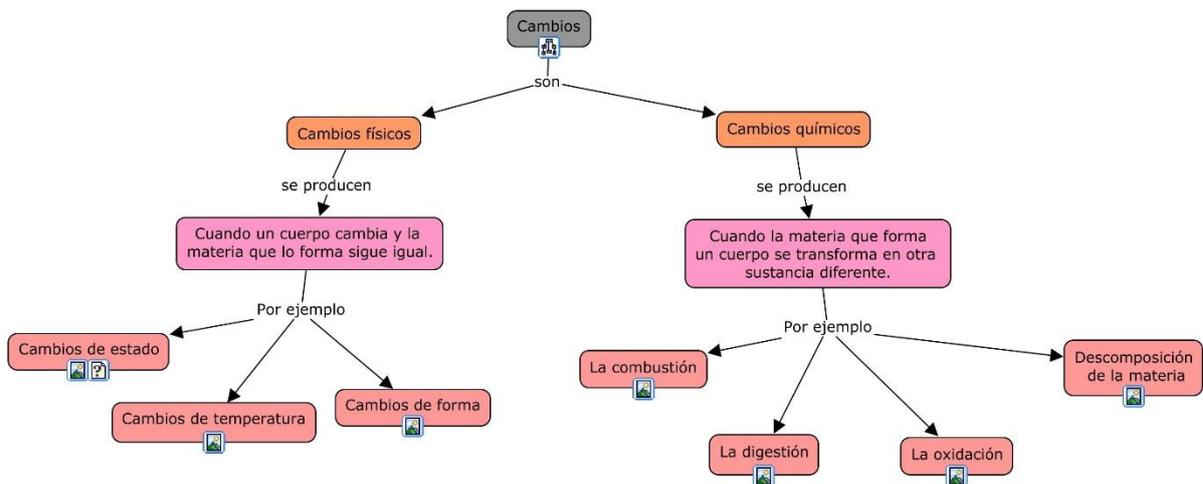


Figura 7: Mapa conceptual “Cambios” para la intervención

El mapa conceptual global del modelo de conocimiento elaborado, funcionó, sobre todo, para realizar los repases finales del tema, el resto se trataron detalladamente con sus imágenes y videos con el fin de que los alumnos adquirieran los contenidos científicos que se estaban explicando.

Para poder ver los recursos que incluyen los mapas, se precisa el programa Cmaptools en el ordenador de cada usuario.

4.6. Instrumentos de evaluación

4.6.1. Examen de pre-evaluación inicial

Para evaluar el temario referente a la materia, los docentes utilizaron el mismo examen de pre-evaluación inicial para todos los grupos. Este examen se muestra en las figuras 8 y 9 y como se puede observar, las preguntas que contiene van en concordancia a los contenidos que se expusieron anteriormente en el apartado 4.5.1 referente a la intervención didáctica de mapas conceptuales. El análisis de cada una de las preguntas que conforman este examen se desarrolla en el apartado 4.8 de esta memoria.

El examen está titulado "Evaluación 7 La materia". Incluye campos para "Apellidos", "Nombre" y "Fecha".

1. Indica qué diferencia hay entre las distintas formas en las que se puede encontrar la materia.

- Materia en estado puro
- Mezcla homogénea.
- Mezcla heterogénea.

2. Una de estas frases es falsa. Márcala con una X y escribela correctamente.

- La masa es la cantidad de materia de un objeto.
- El volumen es la cantidad de materia de un objeto.

3. Completa las siguientes frases.

- La masa se puede medir en _____ en _____.
- El volumen se puede medir en _____.

4. Relaciona cada dibujo con el estado de la materia que representa.

| 1. Sólido | 2. Líquido | 3. Gaseoso |
|-----------|------------|------------|
| | | |

5. Escribe las características de los tres estados de la materia.

- Sólido: _____
- Líquido: _____
- Gaseoso: _____

Figura 8: Examen de pre- evaluación inicial I

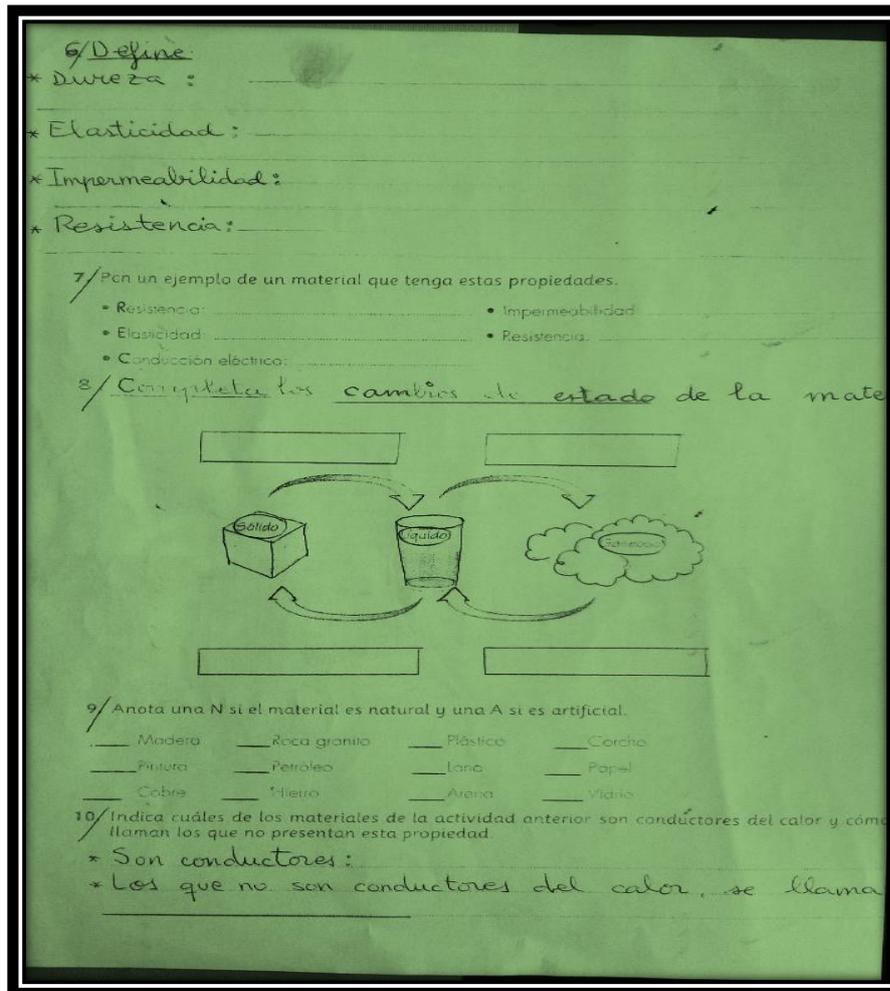


Figura 9: Examen de pre- evaluación inicial II

4.6.2. Cuestionario de detección de ideas previas para el grupo experimental

Para evaluar los contenidos en los *grupos experimentales* se han realizado dos cuestionarios.

En primer lugar se ha optado por conocer, antes de llevar a cabo la intervención en el aula, las ideas previas que tenían los alumnos. Para ello, se les realizó un cuestionario inicial de detección de ideas previas que se muestra a continuación en la figura 10:

Nombre y apellidos _____ *Fecha:* _____

- ¿Qué es la materia?
- Pon un ejemplo de:
 - Un sólido frágil:
 - Un sólido muy duro:
 - Un sólido elástico:
 - Un sólido impermeable:
 - Un sólido viscoso:
- ¿Qué dos tipos de cambios experimenta la materia?
- Completa la tabla indicando el estado de en el que se encuentran las sustancias que aparecen a continuación:

| SUSTANCIA | Hierro | Agua oxigenada | Sal | Aceite | Oxígeno |
|-----------|--------|----------------|-----|--------|---------|
| ESTADO | | | | | |
- Cita dos ejemplos en el que un cuerpo sólido se convierta en un líquido.
- ¿Cómo se llama el paso de gas a sólido?
- ¿Cuál de los siguientes materiales tiene atracción magnética? Rodea con un círculo:
 - Un muelle
 - Una goma de borrar
 - Un imán
- Dependiendo del estado, el volumen y la forma de la materia será constante o variable. Completa la siguiente tabla utilizando las palabras "constante" o "variable" según corresponda en cada caso:

| | SÓLIDO | LÍQUIDO | GAS |
|---------|--------|---------|-----|
| VOLUMEN | | | |
| FORMA | | | |
- Cita dos ejemplos de mezclas homogéneas y dos ejemplos de mezclas heterogéneas.

Figura 10: Cuestionario de detección de ideas previas

Con estas preguntas se han podido comprobar las ideas que los alumnos tenían acerca del tema relacionado con la materia. El test contiene preguntas conceptuales como, por ejemplo, las preguntas 1, 3, 6 y 8. Estas preguntas son fundamentales para comprobar si los alumnos manejan el tema de la materia en sí y se centran directamente en la adquisición de los conocimientos que queremos que los alumnos consigan. Si los alumnos no saben contestar estas preguntas en su mayoría, se entiende que no recuerdan los conceptos trabajados con anterioridad.

El resto de cuestiones son más prácticas, están más relacionadas con aspectos que vemos en nuestro día a día con el objetivo de comprobar si los alumnos saben aplicar

los conocimientos en su vida cotidiana. El análisis de cada pregunta se resalta en el apartado 4.8.

4.6.3. Cuestionario final para el grupo experimental y de control

Para comprobar la eficacia de la metodología didáctica utilizada en el grupo experimental, realizamos un test de evaluación que contenía las cuestiones que se muestran posteriormente en las figuras 11 y 12. Este cuestionario fue aplicado a todos los grupos, tanto experimentales como de control para comprobar la eficacia de la enseñanza tradicional que recibieron.

NOMBRE: _____ FECHA: _____

1. ¿Qué es la materia?

2. Completa la tabla indicando el estado de en el que se encuentran las sustancias que aparecen a continuación:

| SUSTANCIA | Hierro | Agua oxigenada | Sal | Aceite | Nube |
|-----------|--------|----------------|-----|--------|------|
| ESTADO | | | | | |

3. Escribe la **propiedad** que tienen los siguientes materiales:

- *Plástico:*
- *Diamante:*
- *Muelle:*

4. Escribe UN **material** para cada propiedad:

- *Transparencia:*
- *Fragilidad:*
- *Magnetismo:*

5. La materia puede experimentar **DOS** tipos de cambios: **Cambios físicos y cambios químicos.**

5.1. Explica un ejemplo en el que la materia experimente un cambio **FÍSICO**:

5.2. Explica un ejemplo en el que la materia experimente un cambio **QUÍMICO**:

6. Dependiendo del estado, el **volumen** y la **forma** de la materia será constante o variable. Completa la siguiente tabla utilizando las palabras "**constante**" o **variable**" según corresponda en cada caso:

Figura 11: Cuestionario final I

| | SÓLIDO | LÍQUIDO | GAS |
|---------|--------|---------|-----|
| VOLUMEN | | | |
| FORMA | | | |

7. ¿Cómo se llama el paso de LÍQUIDO a SÓLIDO?:





8. Escribe el nombre de componentes que aparezcan en las siguientes mezclas:

- *Agua salada:* _____
- *Colacao:* _____
- *Ensalada:* _____
- *Una sopa:* _____
- *Agua tintada (tinta):* _____
- *Pizza:* _____

9. Clasifica las mezclas de la actividad anterior (Actividad 8) según se as homogéneas o heterogéneas:

| MEZCLAS HOMOGÉNEAS | MEZCLAS HETEROGÉNEAS |
|--------------------|----------------------|
| | |

Figura 12: Cuestionario final II

Estos cuestionarios están diseñados para el análisis de la hipótesis 1 de este trabajo.

En el caso del grupo experimental, estas cuestiones pueden proporcionar los datos suficientes para comprobar la validez que puede llegar a tener la metodología utilizada en el aula. Si estos alumnos muestran una mejoría en este post test, se presupone que se han eliminado los pensamientos erróneos que pudieran darse anteriormente sobre la materia o en cierto modo, una parte de ellos, consiguiendo así mismo que estas preconcepciones no se mantengan en un futuro.

Se repiten algunas preguntas que se formularon en el test de ideas previas porque son los conceptos base que queremos que los alumnos adquieran.

Otras preguntas son más procedimentales para así verificar que los alumnos son capaces de asociar lo que se pregunta con hechos o cosas que pueden ver diariamente.

Está diseñado para el contraste de las hipótesis 3 de este estudio.

Otro aspecto que se ha tenido en cuenta para hacer este examen, son las preferencias que suelen tener los alumnos. Generalmente prefieren que el enunciado de las preguntas de los exámenes sea el mismo o muy similar al de los epígrafes del libro, ya que suelen quejarse cuando se formulan preguntas que no aparecen en los apuntes. Puede decirse que los estudiantes se sienten más seguros cuando se les pide contestar preguntas consideradas objeto de examen, quizás porque utilizamos así un aprendizaje más memorístico. Con esta técnica se delimita qué es lo que hay que saberse para superar la prueba gracias a que el contenido está suficientemente definido en el libro o en los apuntes.

4.6.4. Cuestionario aplicado a 6° de Primaria. ¿Qué recuerdan de la densidad del curso anterior?

El último cuestionario que se menciona en este apartado es el aplicado a los alumnos que cursan 6° de Primaria. Cuenta con tres preguntas, iguales que las que usaron en la investigación que llevamos a cabo el año anterior cuando cursaban 5° de Primaria. Se muestran en la siguiente figura que aparece y está diseñado para contrastar la hipótesis 1 de este trabajo.

Nombre y apellidos: _____ Fecha: _____

EVALUACIÓN

1. ¿Cual crees que es más denso, el agua o el aceite? ¿Y entre el alcohol y el aceite? ¿Cómo podríamos comprobarlo?

2. ¿Depende la densidad de una sustancia de la cantidad que haya?

3. Define el concepto de “densidad”

Figura 13: Cuestionario 6º de Primaria

4.7. Análisis comparativo con mapas conceptuales de diferentes editoriales para el estudio de “La materia”, en 4º de Educación Primaria.

Se ha llevado a cabo una recopilación de libros del área de Conocimiento del Medio, para comparar cómo se desarrolla el tema “La materia” en unos y en otros, además de hacer una valoración personal de los mismos en el ámbito que nos interesa para el estudio.

Concretamente, se han utilizado los siguientes libros de texto:

1. “Las cosas: cómo son y cómo cambian” editorial Anaya, 4º curso, pp. 146-159.
2. “La materia” editorial Edebé, 4º curso, pp. 92-103.
3. “Cambios en la materia” Editorial Edebé, 4º curso, pp. 104-115
4. “La materia” Editorial Santillana, 4º curso, pp. 68-81.
5. “La materia” Editorial SM, 4º curso, pp. 80-91.

Para llevar a cabo este apartado en primer lugar, se analizan detalladamente todas las secciones y apartados que contiene cada libro con mapas conceptuales. Se ha escogido este método porque permite dar una visión más generalizada de cada una de las editoriales escogidas.

Más concretamente, se crearon cinco tipos de mapas con el fin de cumplir los objetivos planteados

Un primer mapa donde se expone una estructura de la unidad global, es decir, un mapa donde se muestra todo lo que incluye el tema para la editorial correspondiente.

Posteriormente se fue analizando parte por parte del tema generándose finalmente un mapa conceptual por sección:

- Uno para la introducción inicial que detalla la lectura y las actividades de inicio de tema.
- Otros dos mapas acerca de los conceptos que trabaja cada editorial: en uno se muestra una visión general de los apartados teóricos y en el otro se especifica la definición, que cada editorial aporta para los conceptos que se tratan.
- Por último se crea otro mapa conceptual que presenta el proyecto práctico que se realiza en el tema para profundizar los contenidos

Dicho esto, se pasa a explicar profundamente editorial a editorial. El análisis se ha dividido en tres secciones: Introducción, conceptos y contenidos y por último el proyecto.

4.7.1. Editorial Anaya

El tema analizado de esta editorial está titulado “Las cosas: cómo son y cómo cambian”.

Para tener una visión del tema en su conjunto se expone el mapa conceptual correspondiente:

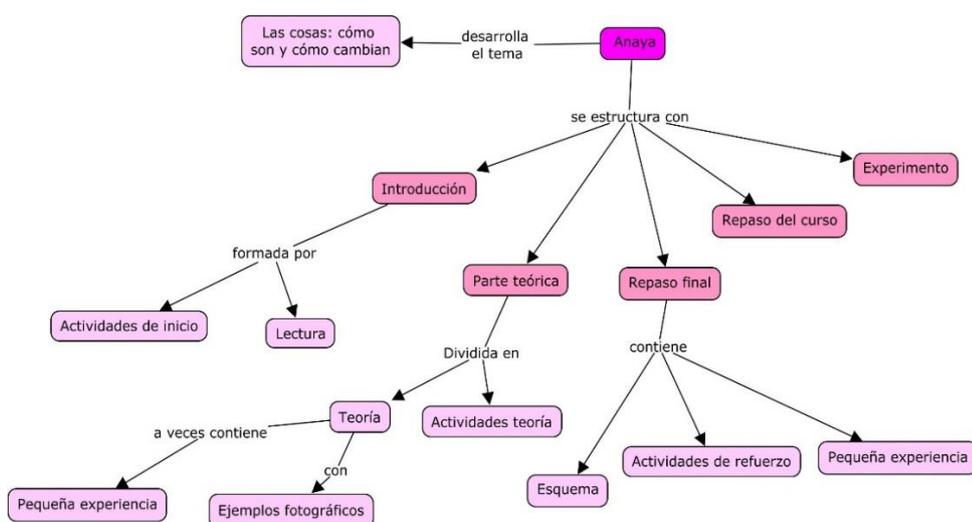


Figura 14: Mapa conceptual de estructura Anaya. Las cosas: cómo son y cómo cambian

A continuación, se procede a exponer cada una de las partes analizadas de forma escrita.

a) Introducción:

A modo de inicio, del tema referido a la materia, la editorial Anaya emplea una lectura referida a personajes de la Antigüedad, los alquimistas con ilustraciones dibujadas.

Para reforzar esta lectura, aparecen una serie de cuestiones en el margen derecho, que pueden servir para que el docente compruebe la comprensión lectora de los alumnos.

También, hay otro apartado de preguntas que tienen que ver con conceptos más teóricos relacionados con el tema que pasaría a explicarse más adelante. Estas preguntas tratan conceptos como las mezclas, las fuerzas y la fuerza de gravedad.

En la figura 15, que se muestra a continuación, aparece el mapa conceptual relacionado con lo anterior:

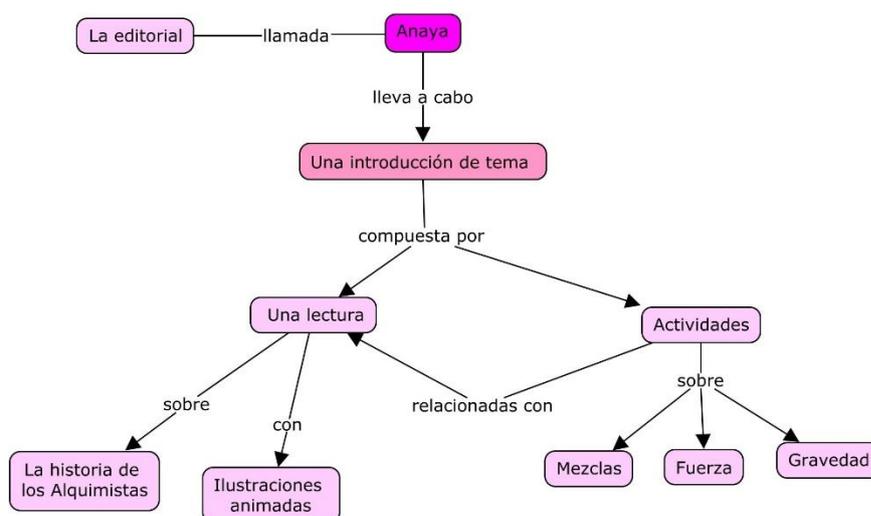


Figura 15: Mapa conceptual de introducción Anaya. Las cosas: cómo son y cómo cambian

b) Conceptos y contenidos:

Los contenidos globales que se tratan en el tema de este libro de texto son simplemente tres: la materia, las mezclas y las fuerzas.

Cada uno de estos conceptos se desarrolla en el libro ampliando el temario con términos como materiales rígidos o deformables, formas de separar las mezclas como el cribado o el filtrado o cómo actúan las fuerzas.

Algunas definiciones relevantes son, por ejemplo:

- Materia es lo que ocupa un espacio y se puede pesar.
- Llamamos componentes de una mezcla a cada uno de los distintos tipos de materia que la forman.
- Las fuerzas son cualquier acción capaz de cambiar el estado de reposo o de movimiento de un objeto.

En esta editorial hay pocos ejercicios para reforzar lo aprendido, y los que hay, suelen estar ligados a conceptos teóricos. Las siguientes figuras pertenecen a los mapas conceptuales de los contenidos de Anaya:

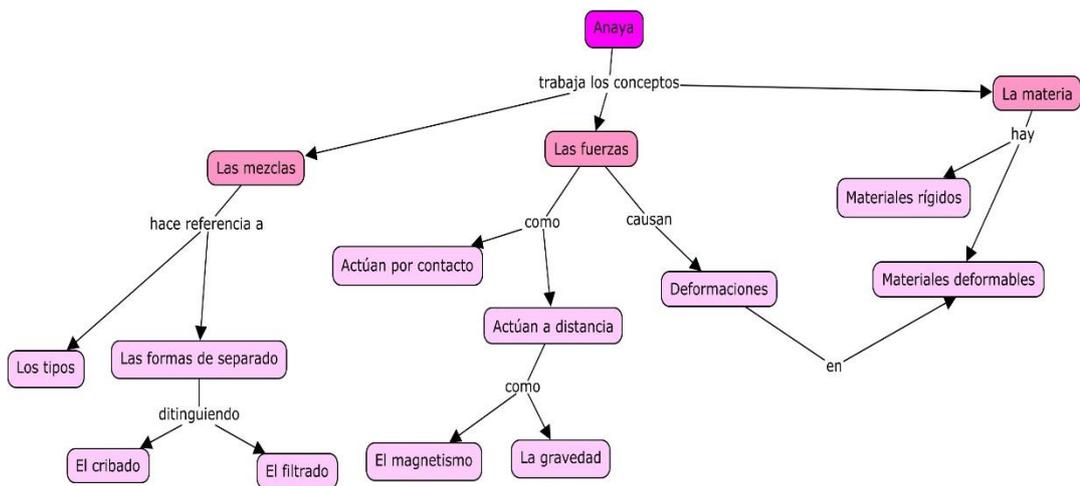


Figura 16: Mapa conceptual de conceptos Anaya. Las cosas: cómo son y cómo cambian

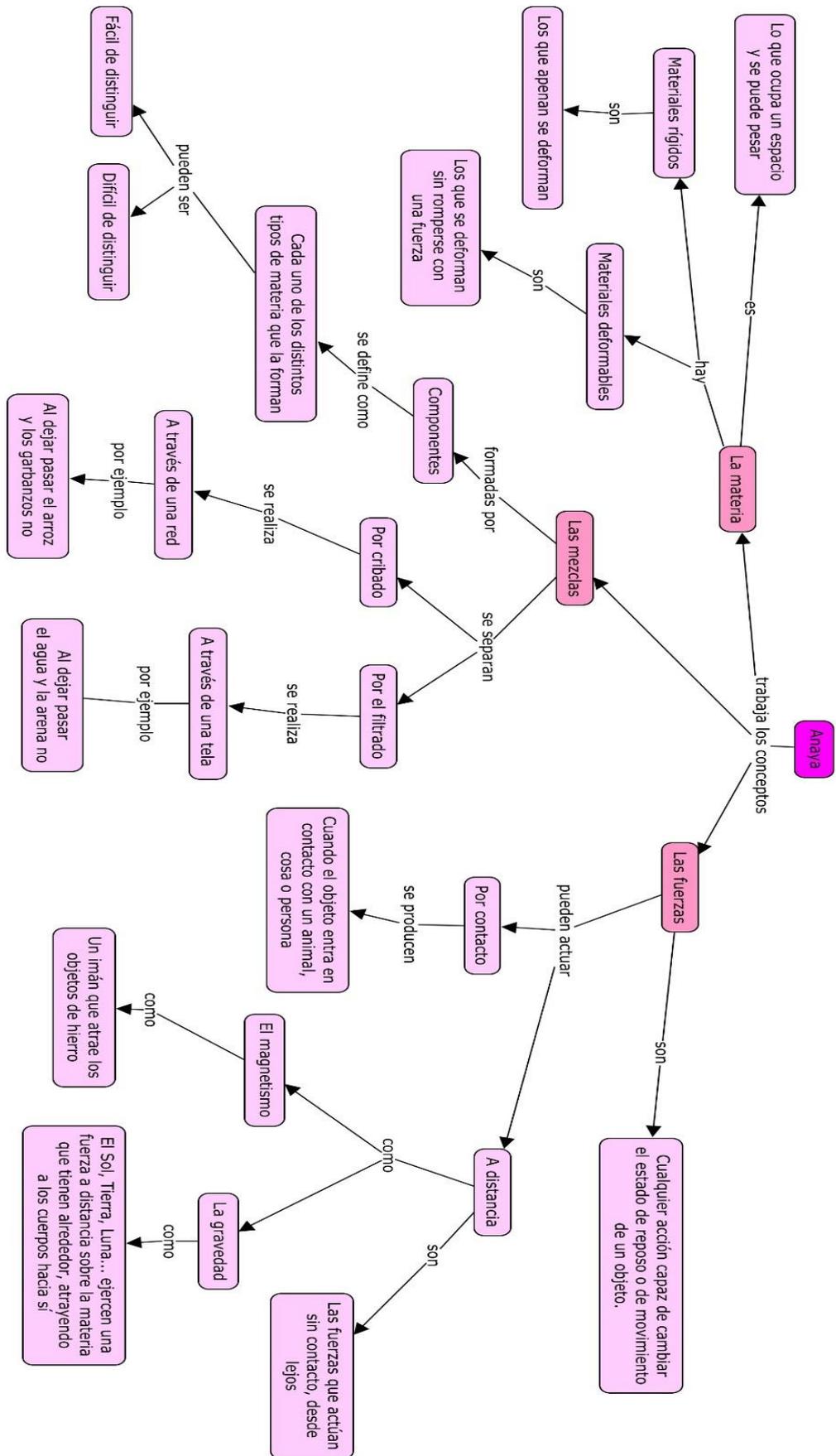


Figura 17: Mapa conceptual de contenidos Anaya. Las cosas: cómo son y cómo cambian

c) *Proyecto:*

El proyecto experimental se realiza al final del tema. A pesar de no tratar las propiedades de los materiales en el sector teórico del tema, en el proyecto se pide describir que ocurriría al aplicar ciertas acciones a unos materiales en concreto, con el fin de comprobar la dureza, fragilidad, elasticidad, etc. de una serie de los mismos.

Por ejemplo: descubrir que ocurriría al cortar cuero, tela, cartón, aluminio, cuero...

Aun así, podemos relacionar este experimento con la sección donde se tratan los materiales rígidos y los materiales deformables.

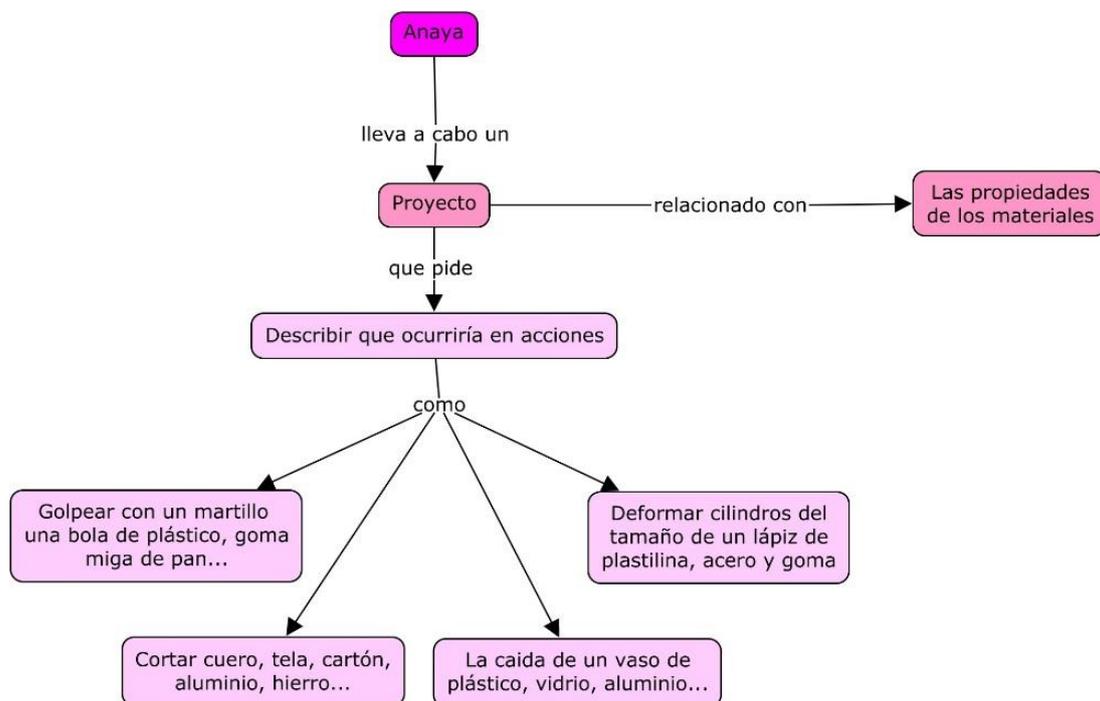


Figura 18: Mapa conceptual del proyecto Anaya. Las cosas: cómo son y cómo cambian

4.7.2. Editorial Edebé

En el caso de esta editorial se han escogido dos temas ya que ambos tienen relación con la materia. Estos temas se titulan “La materia” y “Cambios en la materia” respectivamente y se han analizado globalmente.

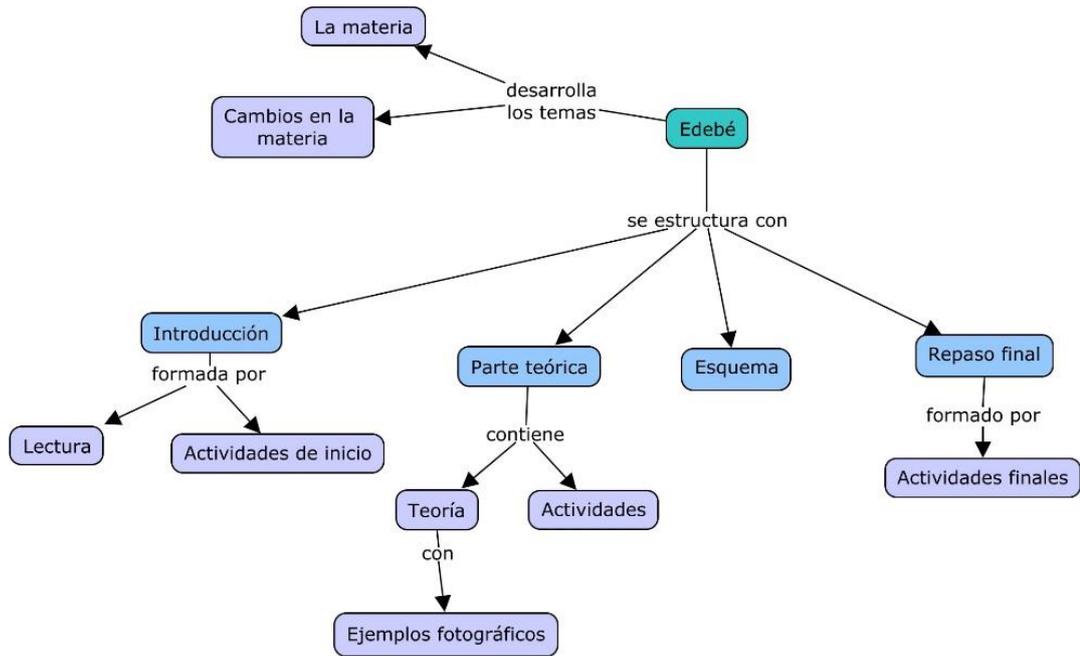


Figura 19: Mapa conceptual de estructura Edebé. La materia y Cambios en la materia

a) *Introducción:*

Las lecturas que introducen a cada unidad tratan temas muy diferentes. La primera lectura introduce productos que se venden en un mercado y se puede comprobar como introduce paulatinamente productos en los tres estados de agregación.

Por el contrario, en la lectura inicial del siguiente tema se habla sobre un hotel muy conocido llamado Ice Hotel, en Suecia.

Las preguntas que tienen que responder los alumnos después de realizar la lectura van en relación al texto. Son cuestiones en las que se pone en situación al alumno. Por ejemplo: “¿Qué comprarías para preparar una macedonia? ¿Y una ensalada?”.

Por último, en ambos inicio del tema, cabe destacar la existencia de un cuadro resumen con los contenidos que se van a enseñar. Todo esto se representa en la figura 8:

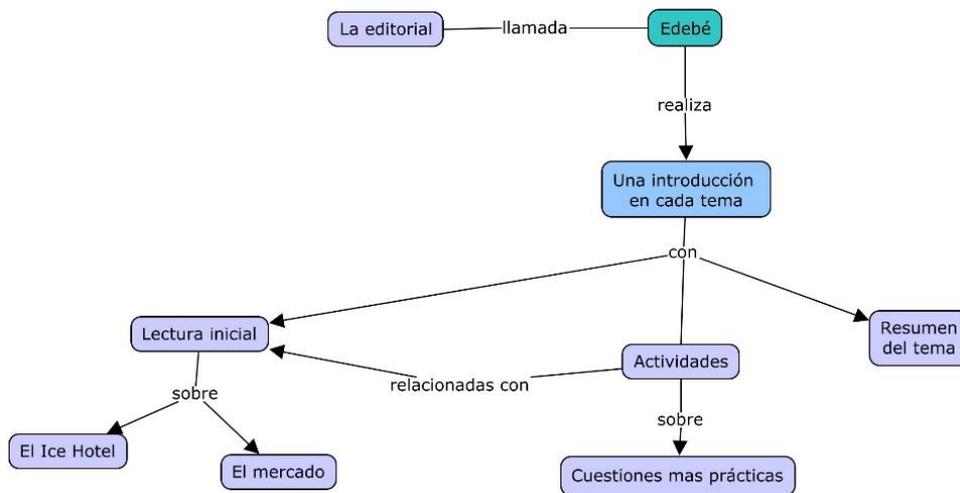


Figura 20: Mapa conceptual de introducción Edebé. La materia y Cambios en la materia

b) *Conceptos y contenidos:*

Esta editorial, al presentar dos unidades, profundiza bastante en el tema objeto de estudio.

En primer lugar, se define el término materia como “Todo aquello que ocupa un lugar en el espacio” y hace referencia a otros términos como son la masa y el volumen. También expone ocho propiedades como: color, conductividad, sabor, olor, elasticidad, dureza, densidad y atracción magnética.

El segundo bloque o apartado de la primera unidad trata sobre las mezclas y distingue, a diferencia de la editorial Anaya, las mezclas homogéneas y las heterogéneas.

Para finalizar el tema se hace mención a los estados de la materia y la forma y volumen que posee un cuerpo en cada estado.

La unidad siguiente, se centra en el desarrollo de los cambios que experimenta la materia: los cambios físicos y los químicos exponiendo ejemplos en cada uno de ellos y finalizando con los efectos positivos o negativos que acarrearán estos cambios.

Para reforzar la teoría los alumnos tienen la opción de realizar ejercicios no solo teóricos, también hay algunos donde el alumno tendrá que pensar algo más.

Las siguientes figuras fotográficas hacen referencia a los conceptos y contenidos trabajados en esta editorial:

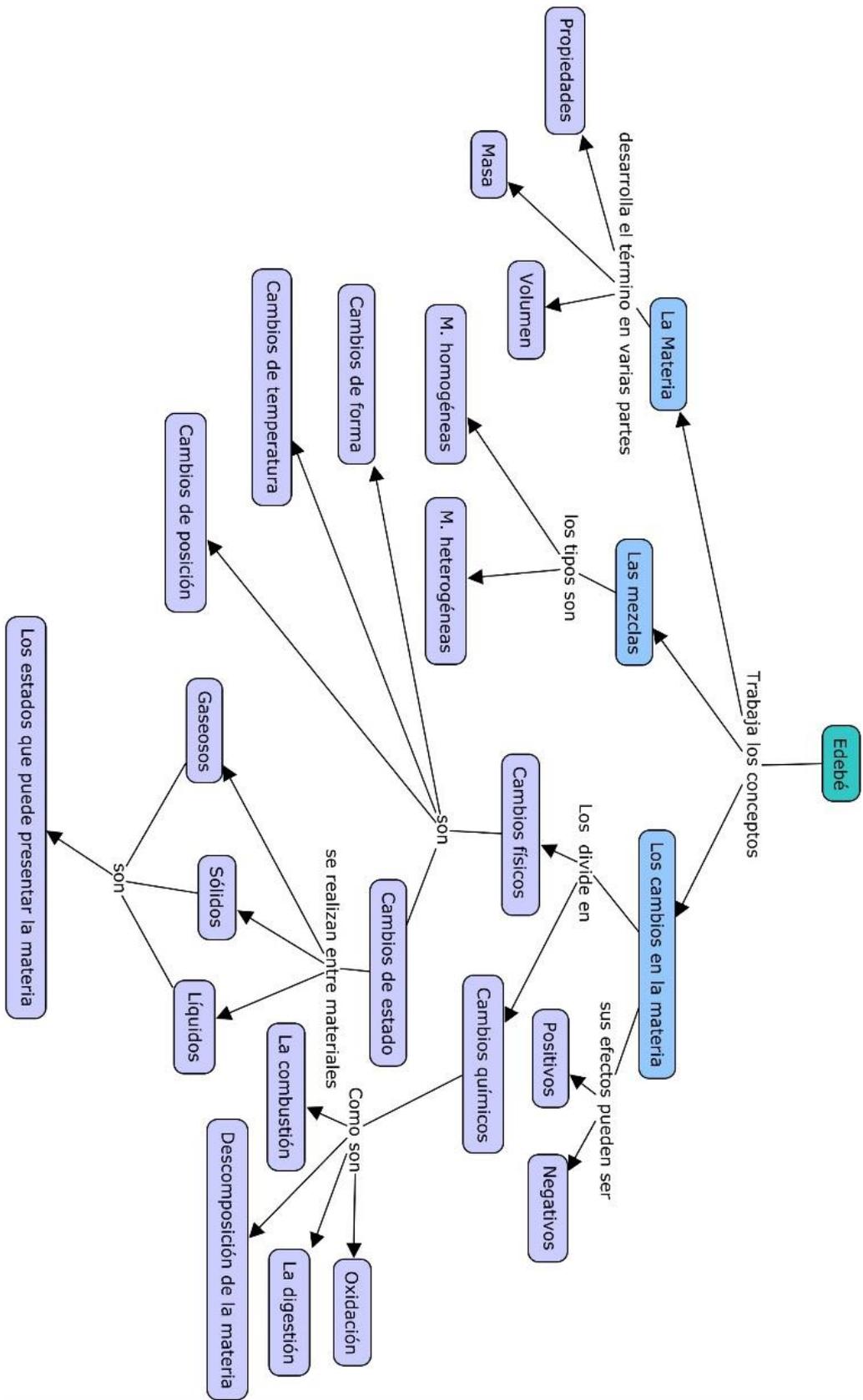


Figura 21: Mapa conceptual de conceptos Edebé. La materia y Cambios en la materia

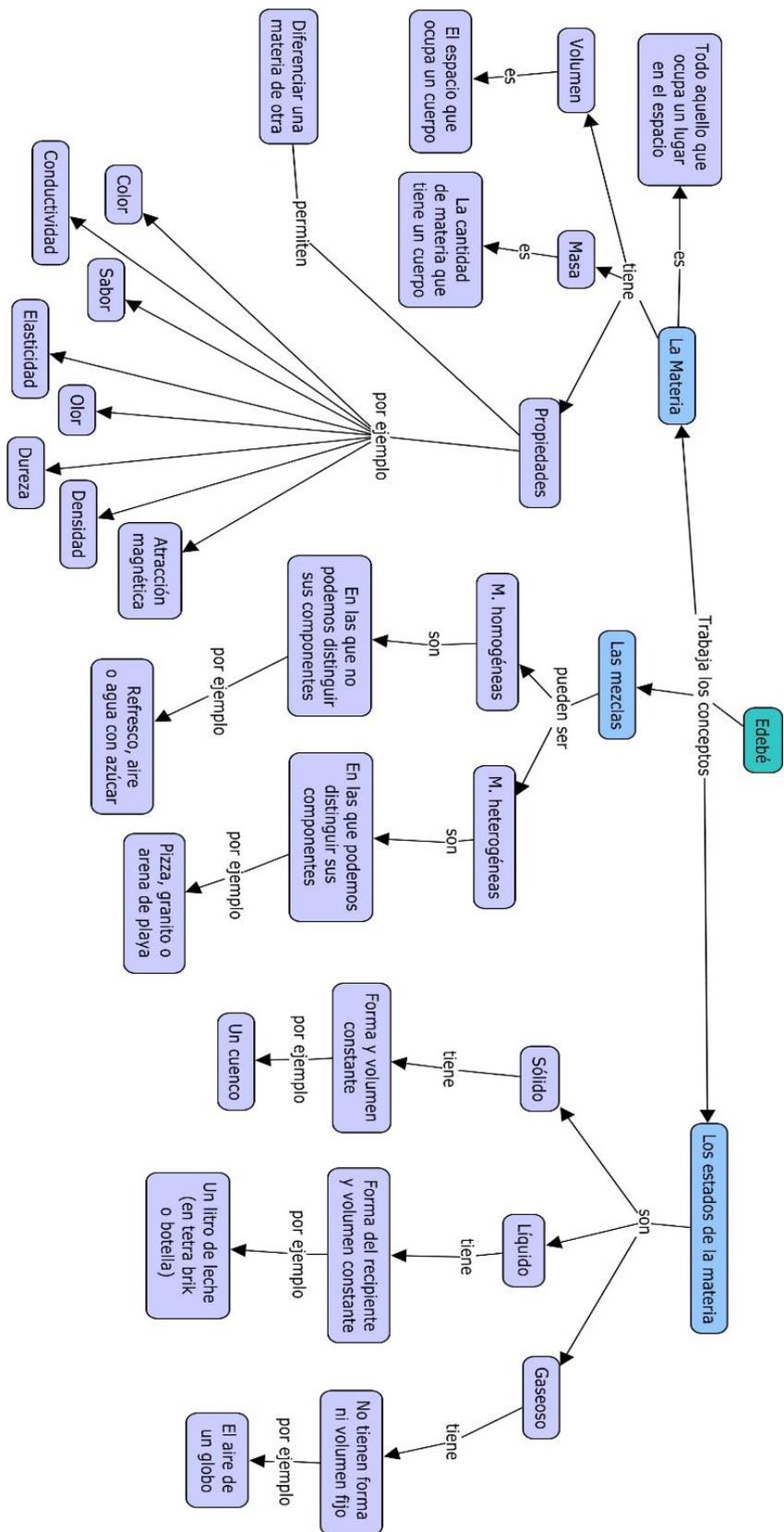


Figura 22: Mapa conceptual de contenidos I Edebe. La materia y Cambios en la materia

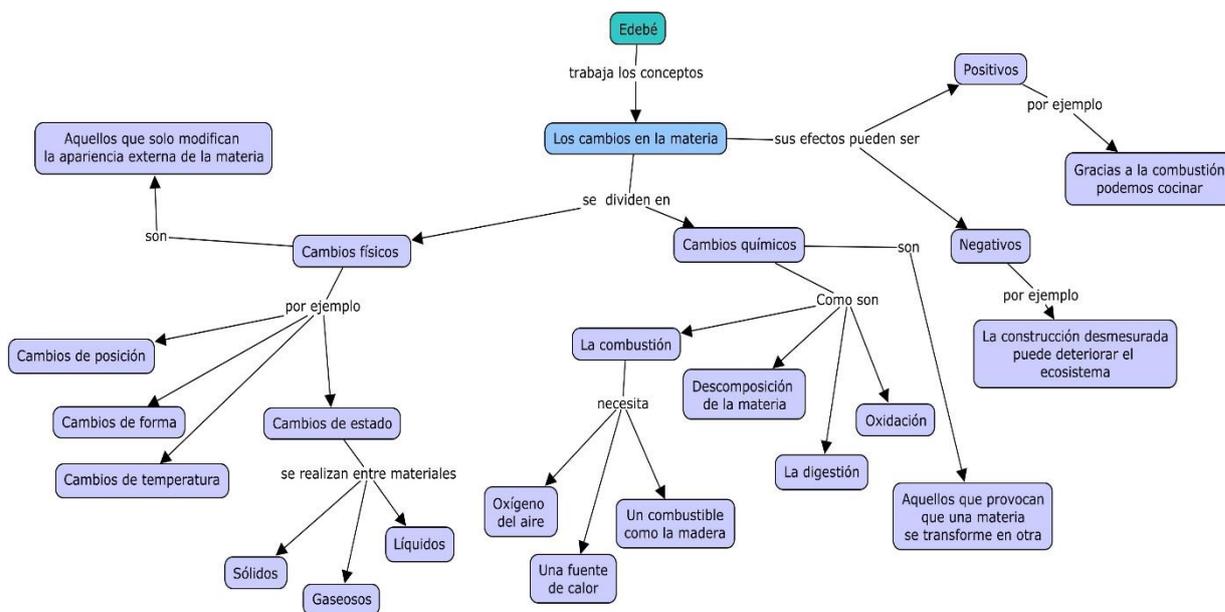


Figura 23: Mapa conceptual de contenidos II Edebé. La materia y Cambios en la materia

c) Proyecto:

La experiencia que aporta el libro es una experiencia casera que consiste en comprobar cómo cambia el agua de un estado a otro. Se necesita material casero como una cubitera, y los electrodomésticos pertinentes para enfriar y calentar el agua.

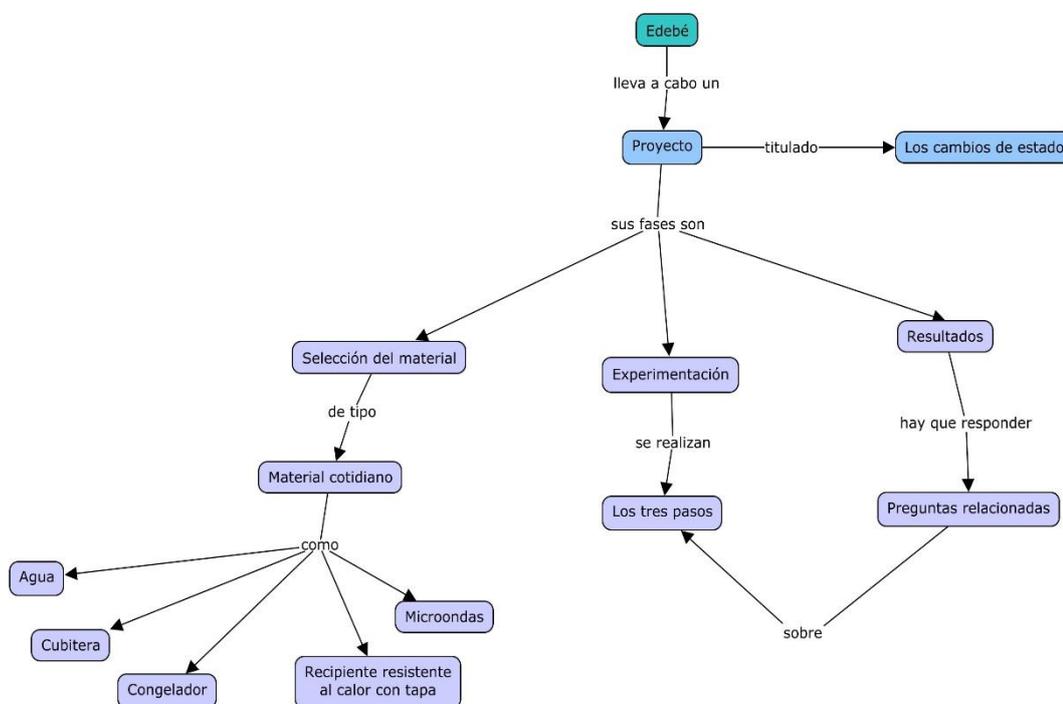


Figura 24: Mapa conceptual del proyecto Edebé. La materia y Cambios en la materia

4.7.3. Editorial Santillana

El tema escogido para esta editorial se titula “La materia”. Resulta ser un tema bastante amplio en todos los aspectos como veremos a continuación en la figura 25:

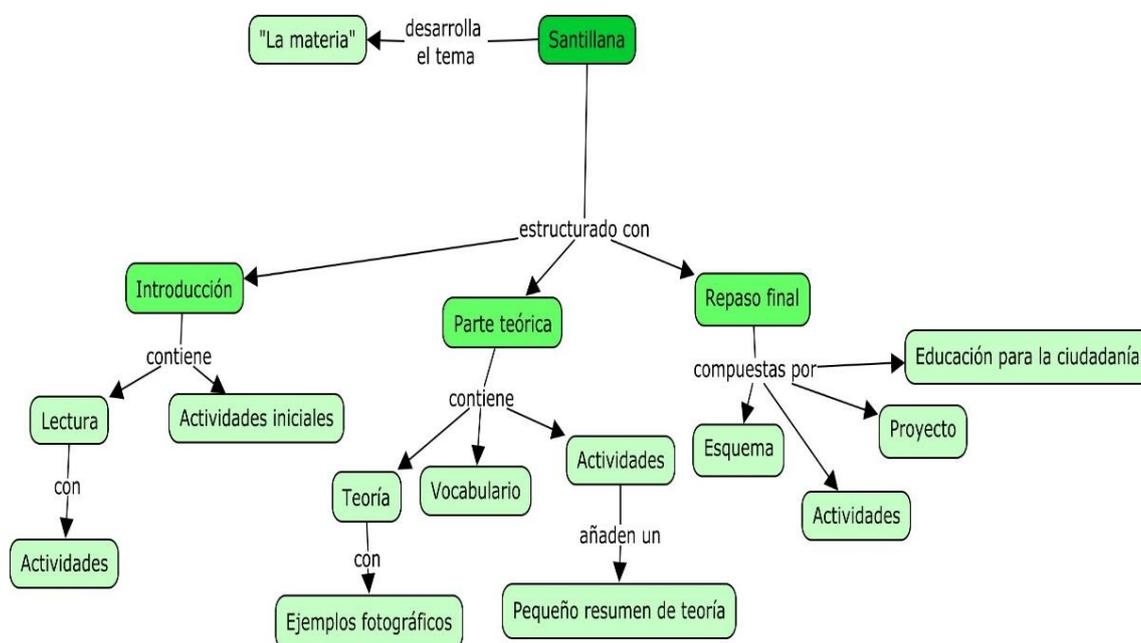


Figura 25: Mapa conceptual de estructura Santillana. La materia

a) Introducción:

La lectura que aparece en este tema se titula “Esculturas de hielo” y hace mención a una ciudad de Japón llamada Sapporo. La lectura se ve reforzada con imágenes reales y originales de la ciudad y posteriormente con unas cuestiones relacionadas con la misma.

También hay un segundo bloque de preguntas con la respuesta incluida para que el alumno lea cuando las resuelva por él mismo.

Por último, al igual que en la anterior editorial, hay un tercer apartado que hace referencia a los contenidos que se van a trabajar en el propio tema. Todo lo expuesto se resume a continuación, en el mapa conceptual de la figura 26:

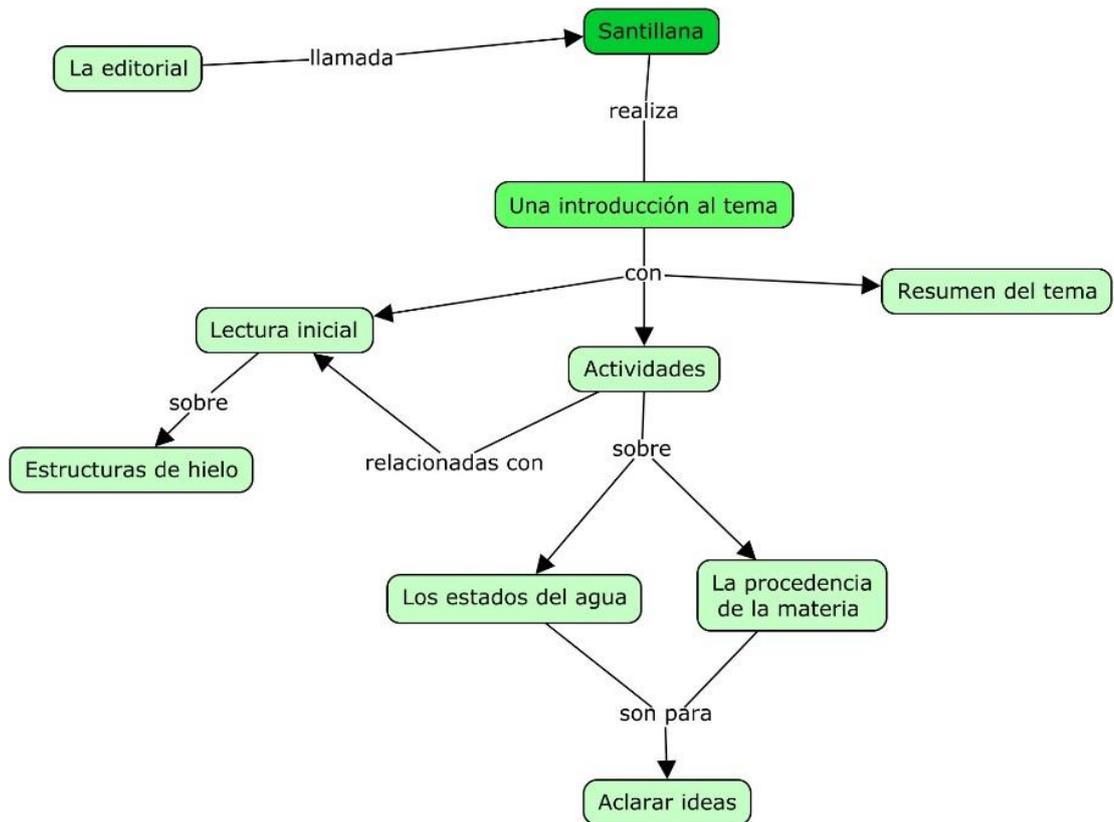


Figura 26: Mapa conceptual de introducción Santillana. La materia

b) *Conceptos y contenidos:*

Empieza definiendo el término materia como “Todos los cuerpos están compuestos de materia” y continúa con los estados de agregación detallando la forma y volumen que hay en cada caso.

Seguidamente pasarían a explicarse los cambios que experimenta la materia con ejemplos en cada uno de ellos y fotografías.

Por último se tratan las clases de materiales incluyendo en esta sección las propiedades que la editorial considera necesarias aprender.

Se destaca en esta editorial que a cada bloque de contenidos le corresponde una sección exclusiva de actividades, además de un breve resumen del mismo bloque.

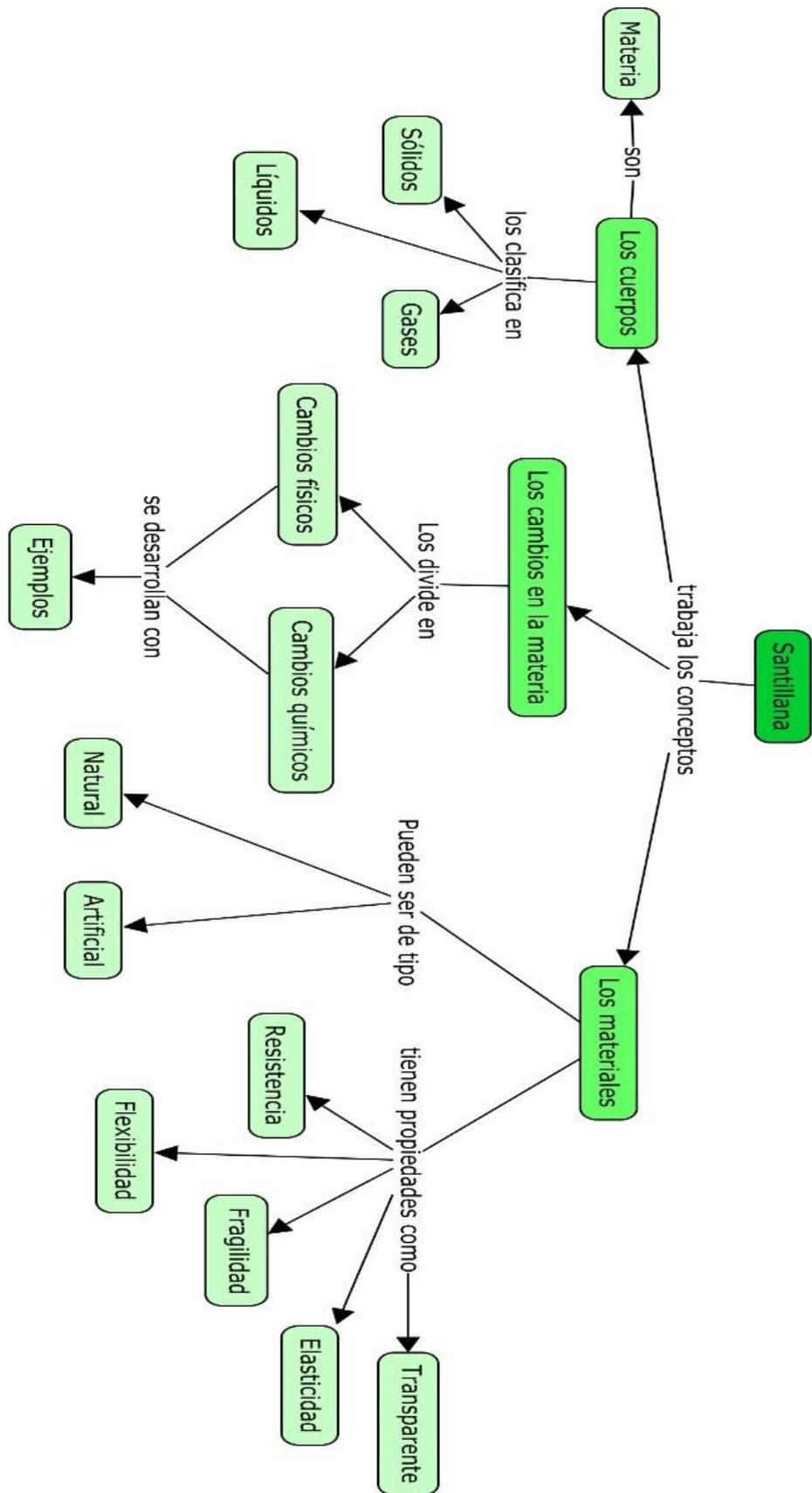


Figura 27: Mapa conceptual de conceptos Santillana. La materia

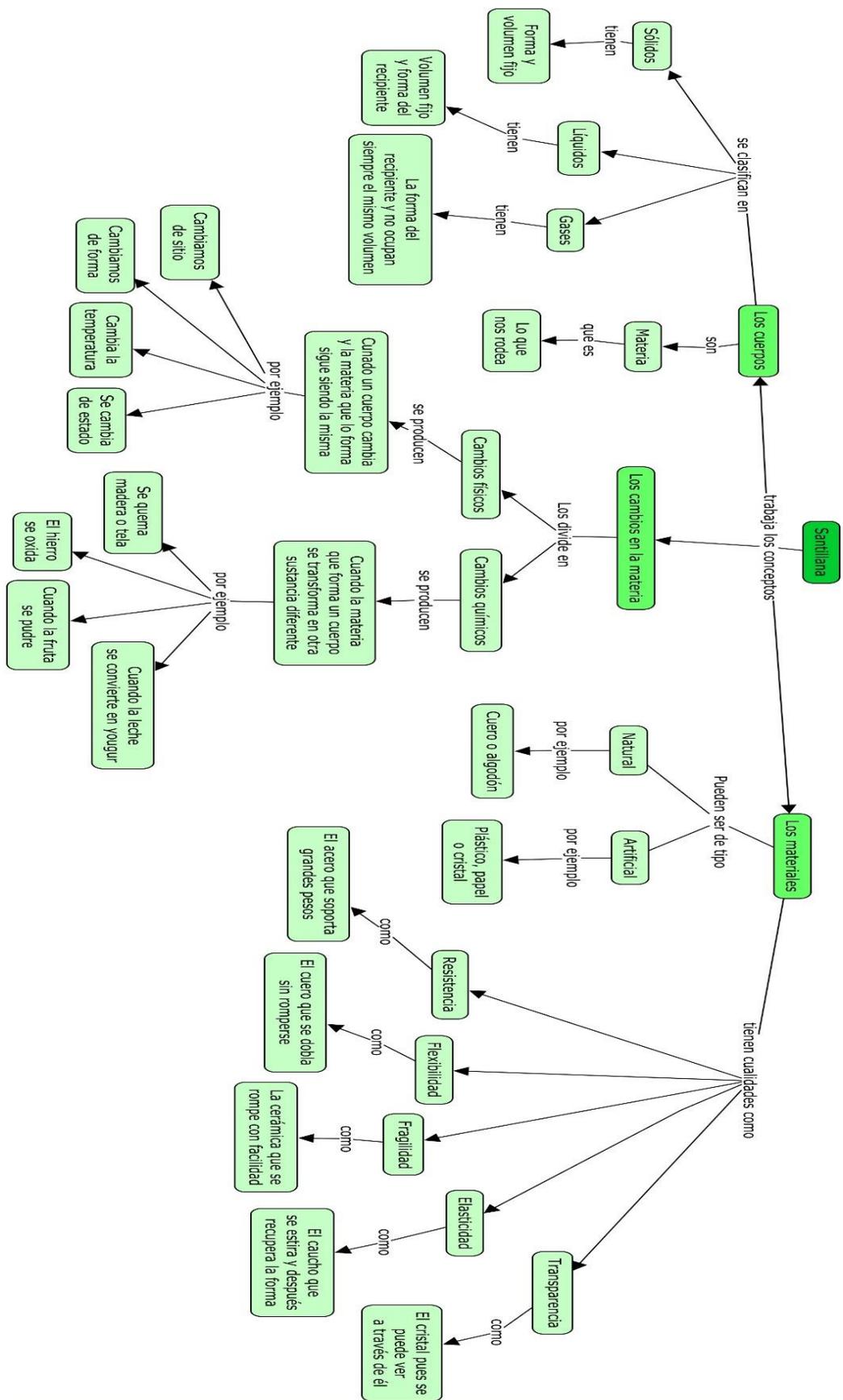


Figura 28: Mapa conceptual de contenidos Santillana. La materia

c) *Proyecto:*

Para cerrar el tema, la editorial propone la realización de una experiencia práctica relacionada con el uso que se le dan a los materiales.

Para llevarla a cabo es necesario que un grupo de personas, elegidas por el alumno, conteste un test. Finalmente se pasaría a realizar las puntuaciones obtenidas por cada persona. Una mayor puntuación conlleva un buen uso de los materiales y una puntuación baja supone un mal uso de los materiales.

Este proyecto se recoge en la figura 29 que se muestra a continuación:

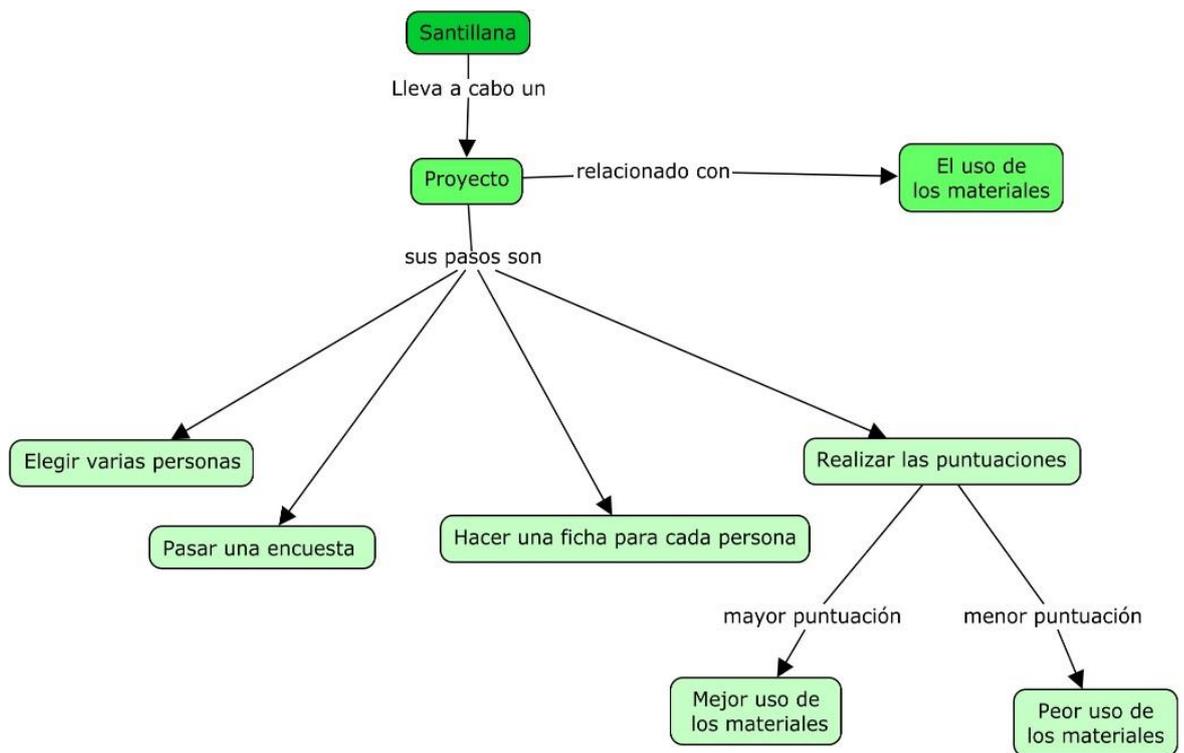


Figura 29: Mapa conceptual del proyecto Santillana. La materia

4.7.4. Editorial SM

El tema de esta editorial también se titula “La materia” y se va a analizar a continuación en el mismo orden que el resto. Se expone en primer lugar un mapa conceptual con la estructuración:

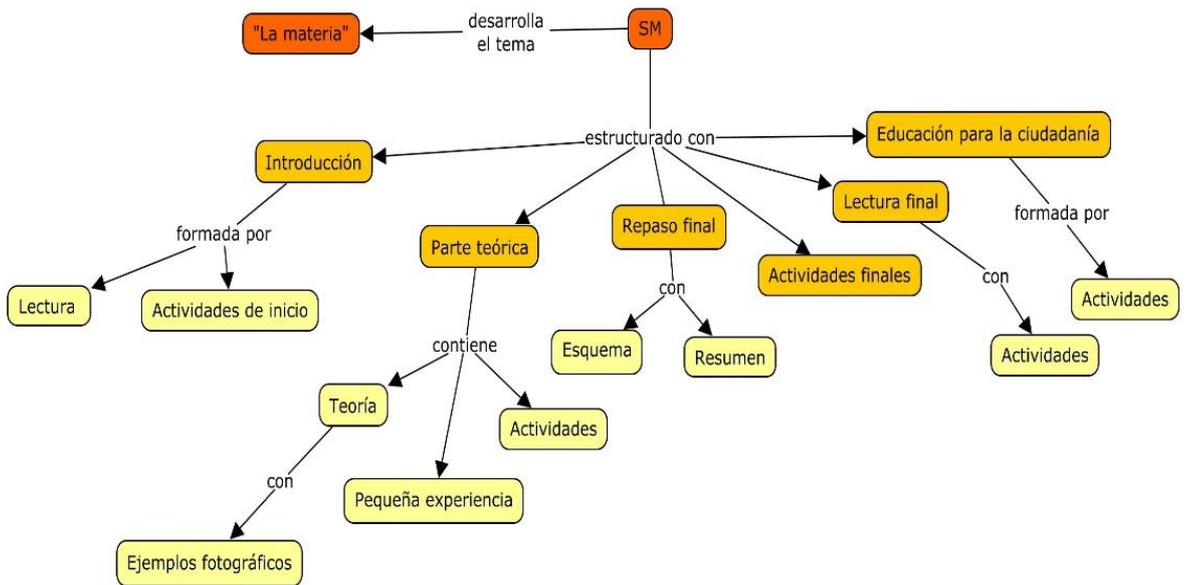


Figura 30: Mapa conceptual de estructura SM. La materia

a) *Introducción:*

La lectura utilizada ha sido un pequeño relato con imágenes animadas que sirven para que el alumno pueda visualizar los sucesos. Además, las preguntas no solo van ligadas al texto, prescinden de las imágenes para ser completadas como por ejemplo: “Busca y señala en la mesa de la bruja tres elementos sólidos y tres líquidos.”

Generalmente, las cuestiones van relacionadas con el relato, exceptuando la última que introduce al alumno en un debate. Posteriormente se expone la figura 31:

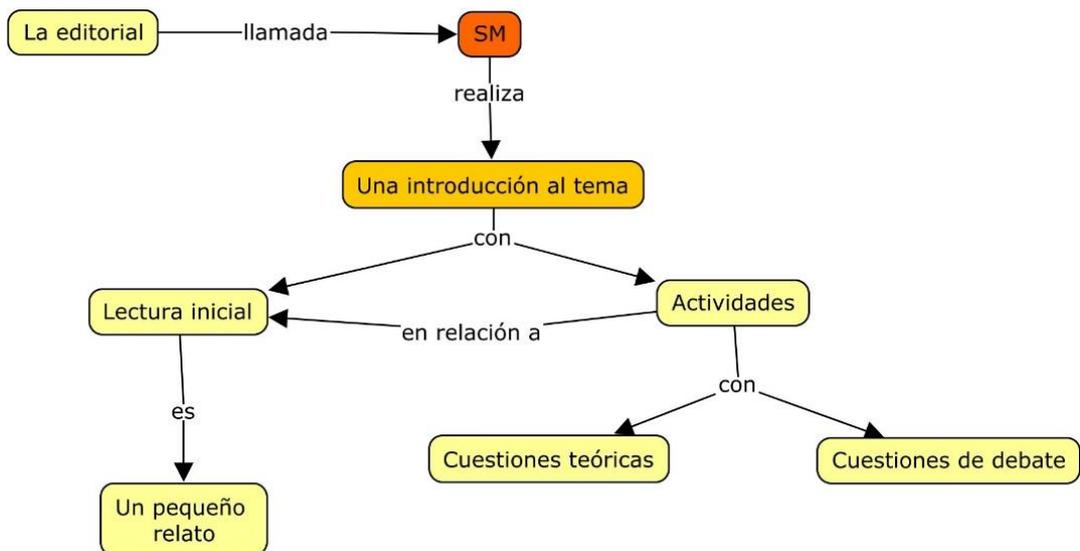


Figura 31: Mapa conceptual de introducción SM. La materia

b) *Conceptos y contenidos:*

En primer lugar, se comienza definiendo el término materia como “Los objetos que nos rodean están formados por materia” y continúa reforzando el término con conceptos como masa y volumen. Acto seguido, pasarían a explicarse los estados de la materia y el volumen y forma que se da en cada caso, los cambios de estado en forma de fotografía y los tipos de mezclas (homogéneas y heterogéneas).

La unidad continúa señalando las distintas propiedades consideradas por la editorial de los materiales, haciendo real hincapié en la conducción de la electricidad.

Por último, se abre un apartado sobre la utilidad de los materiales artificiales y los naturales.

Esta sección teórica está reforzada con ejercicios relacionados con la teoría.

En las páginas siguientes, aparecen las figuras 32,33 y 34 , que resumen lo anterior en mapas conceptuales:

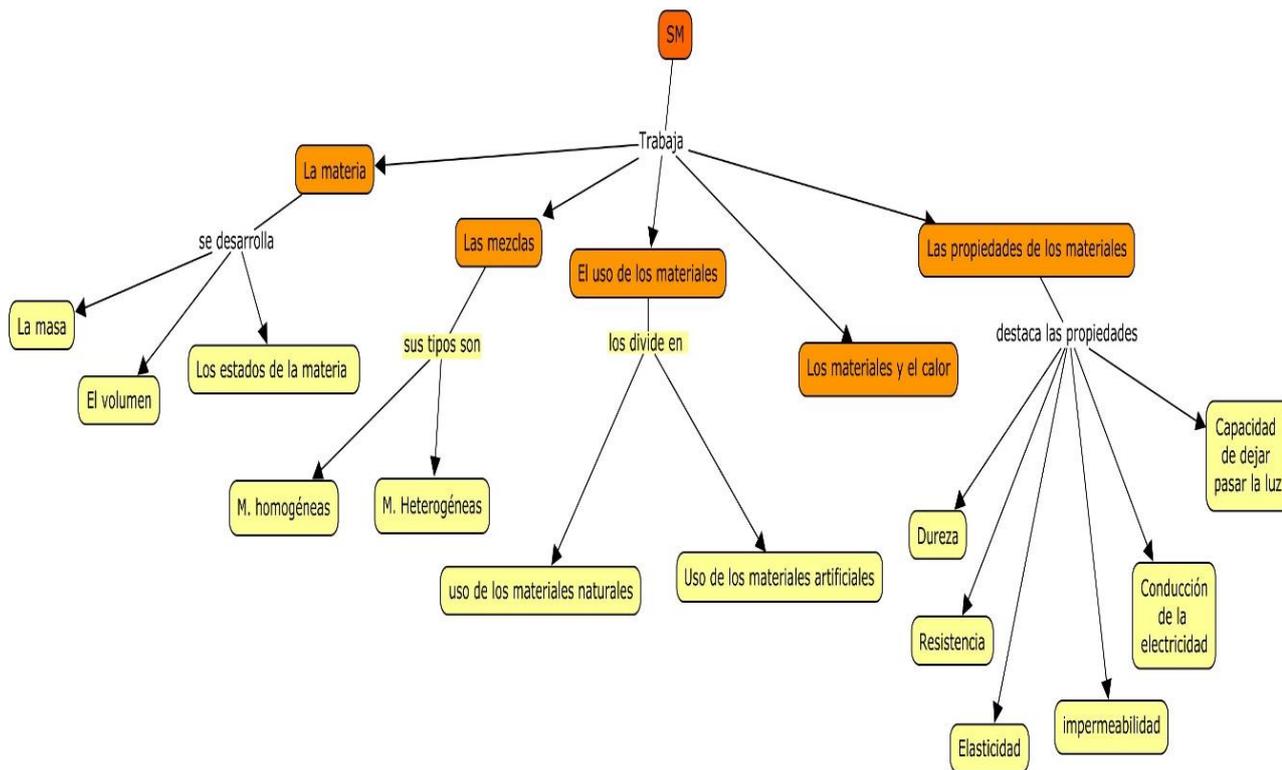


Figura 32: Mapa conceptual de conceptos SM. La materia

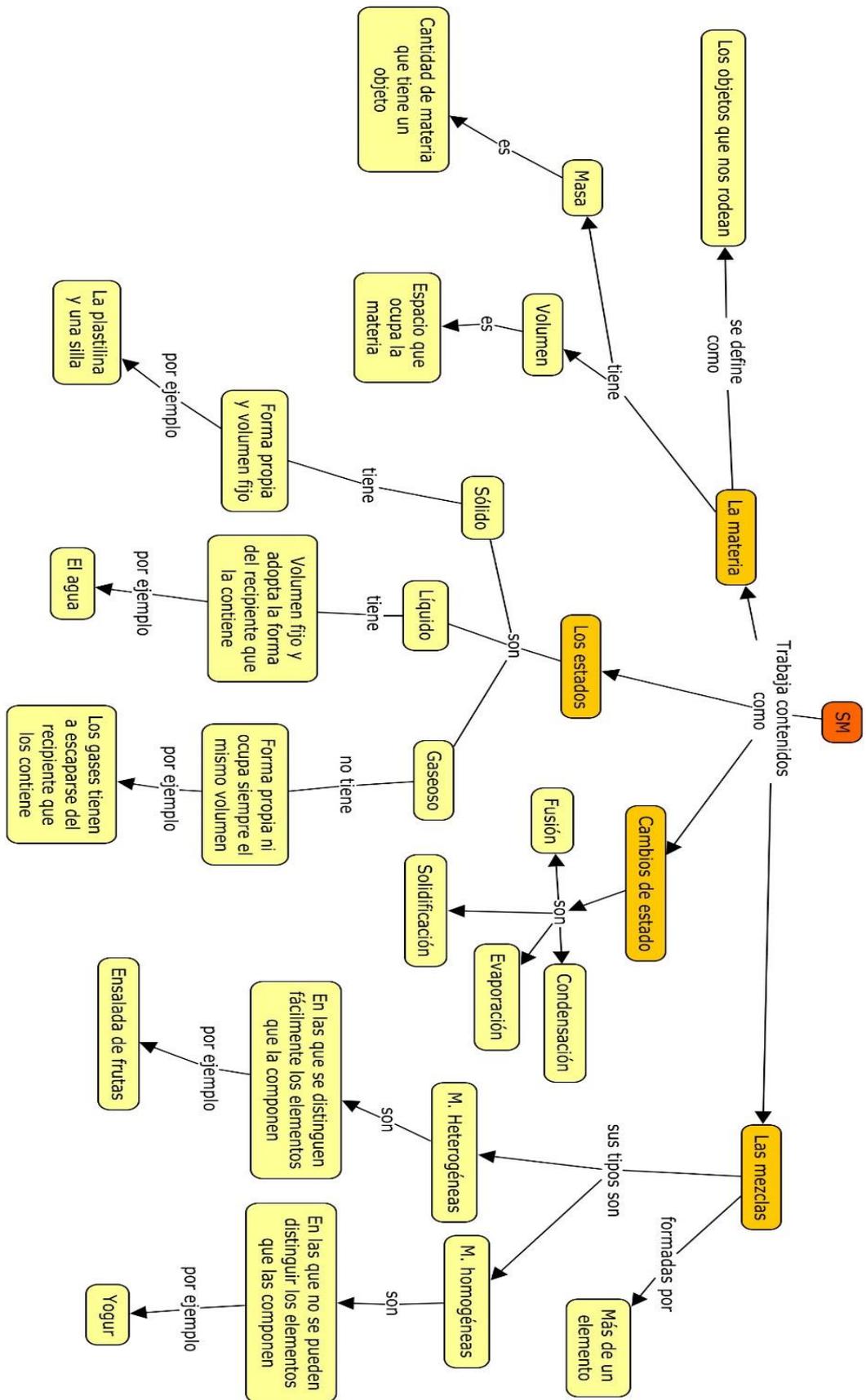


Figura 33: Mapa conceptual de contenidos I SM. La materia

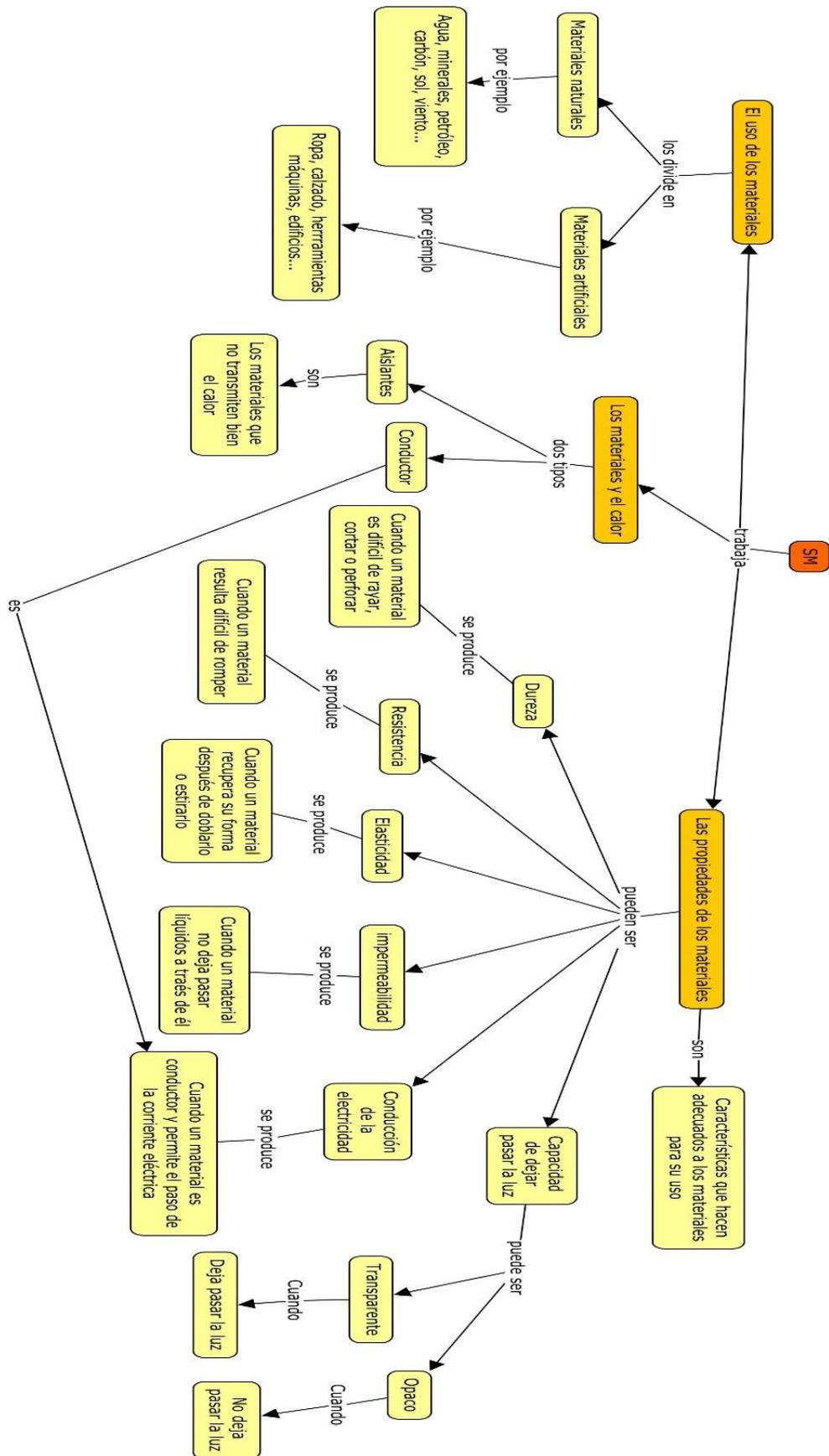


Figura 34: Mapa conceptual de contenidos II SM. La materia

c) *Proyecto:*

El proyecto que se plantea en este tema, no se lleva a la práctica, más bien, sirve para concienciar al alumno en el ámbito del reciclaje.

A partir de un cartel informativo, el alumno tendrá que responder una serie de cuestiones.

El objetivo es que se conozcan los distintos contenedores y saber qué se desecha en uno u otro.

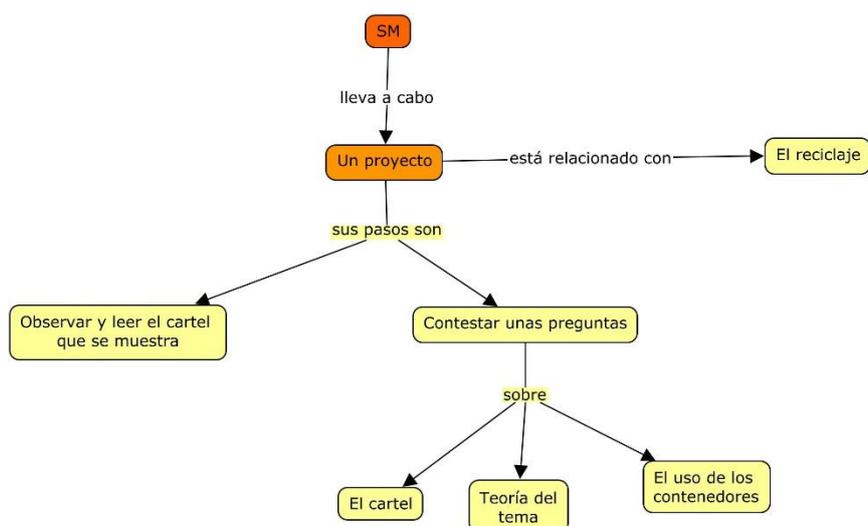


Figura 35: Mapa conceptual del proyecto SM. La materia

Después del anterior análisis, se procede a realizar una comparativa de las distintas partes estudiadas.

Cabe destacar que los mapas conceptuales aparecen en los anexos a mayor tamaño, y los recursos que incluyen algunos de ellos se podrán ver instalando el programa utilizado para su realización, Cmaptools.

Se empieza con una comparación de la introducción al tema de las cuatro editoriales.

Aunque la editorial Edebé proporciona dos temas al libro, en cuanto introducción parece más completa la Editorial Santillana ya que aclara muy bien las partes que forman esta sección. Anaya y SM utilizan ilustraciones animadas mientras que las otras dos editoriales muestran imágenes reales de lo que se habla en la lectura

aunque por otra parte ha resultado relevante el ingenio de la editorial SM para usar la imagen a modo de actividad.

También parece útil el breve resumen de los temas de Edebé y Santillana para que los alumnos empiecen a tomar contacto con los contenidos que posteriormente se tratarán.

Se continúa con la comparación de los contenidos definidos en cada editorial.

Como se puede comprobar, para las editoriales SM y Edebé se ha necesitado plasmar las definiciones en dos esquemas. Esto nos dice que sus temas son los más amplios en comparación al resto.

Las definiciones que aportan al término materia son:

- SM define materia como “Los objetos que nos rodean”
- Edebé, por su parte, define materia como “Todo aquello que ocupa un lugar en el espacio”
- En la editorial Anaya se define el concepto materia como “Lo que ocupa un espacio y se puede pesar”
- La editorial Santillana define materia como “Lo que nos rodea”

Todas estas definiciones son válidas y asequibles para los niños aunque la proporcionada por Anaya resulta la más idónea.

Por otro lado, cabe destacar que solo en la editorial Santillana no se hace referencia a las mezclas, sin embargo, es la editorial, junto con Edebé, que expone el bloque de los cambios que experimenta la materia con muy buenas definiciones.

Para finalizar este punto de la memoria, se compara el proyecto que propone cada editorial.

De todos los proyectos, solo el de Edebé y Santillana han de llevarse a la práctica para su realización. Resultan más interesantes que los otros dos porque hace que el alumno extraiga unas conclusiones reales (comprobadas por el mismo) de lo que se pide y se tome un contacto más directo con el tema que se quiere abarcar.

Una vez finalizado todo el proceso de análisis se puede aceptar la H4 que decía *“Hay diferencias relevantes en los distintos libros analizados a la hora de explicar el tema “La materia”.*

4.8. Análisis de las preguntas formuladas en los cuestionarios

a) Examen de pre-evaluación inicial:

El primer cuestionario que se analizará es el examen de pre-evaluación inicial de todos los grupos. Se hará un análisis breve y conciso considerándose como respuestas correctas las definiciones sacadas de los libros de 4º de Primaria de Conocimiento del Medio, de las editoriales analizadas.

La primera pregunta pide las definiciones de los tipos de mezclas que existen. Se entiende que sirven como respuesta las explicaciones que se muestran en los mapas conceptuales.

En la segunda cuestión, donde hay que tachar la frase que es falsa, habría que marcar la segunda oración y escribirla correctamente de la siguiente manera: *El volumen es el espacio que ocupa un cuerpo.*

La pregunta 3 se contestaría de la siguiente manera:

- *La masa se puede medir en: Kg o gramos*
- *El volumen se puede medir: en litros*

En la siguiente pregunta hay que unir con flechas el estado de agregación con la foto correspondiente y a la cuestión nº 5 se respondería correctamente de la siguiente manera:

- Las características de un sólido son que tiene forma y volumen fijo o constante.
- Las características de un líquido son que tiene forma variable y volumen fijo o constante.
- Las características de un gas son que tanto la forma como el volumen son variables.

La cuestión seis es puramente teórica. Para definir dureza, elasticidad, impermeabilidad y resistencia vale con responder con las definiciones aportadas en los mapas conceptuales.

Siguiendo en la línea de las propiedades, la siguiente pregunta pide ejemplos de algunas de ellas:

- *Resistencia: hierro*
- *Elasticidad: muelle*

- *Conducción eléctrica:* cobre
- *Impermeabilidad:* plástico

En la pregunta nº 8 hay que responder el cambio de estado correspondiente en cada caso. Siguiendo el orden de las flechas, las respuestas serían: fusión, evaporación, condensación y solidificación.

La penúltima cuestión hace referencia a los materiales artificiales y naturales:

- Madera: N
- Pintura: A
- Cobre: N
- Roca granito: N
- Petróleo: N
- Hierro: N
- Plástico: A
- Lana: N
- Arena: N
- Corcho: N
- Papel: A
- Vidrio: A

Por último, se distingue entre: *los materiales conductores* son los que dejan pasar la corriente eléctrica a través de ellos y *los que no son conductores del calor se llaman aislantes*.

b) Cuestionario de detección de ideas previas y cuestionario final:

Una vez analizado el primer control, se continúa realizando un análisis explicativo de las preguntas y respuestas correctas del cuestionario de ideas previas y el final.

Para responder las cuestiones de tipo conceptual, se han considerado como respuestas correctas las definiciones sacadas de los libros de 4º de Primaria de Conocimiento del Medio, de las editoriales analizadas.

En primer lugar se analizarán las cuestiones del considerado pre-test y posteriormente las preguntas de la evaluación que no aparezca en éste.

1. ¿Qué es la materia?

Materia es todo lo que nos rodea.

Es todo aquello que ocupa un espacio y se puede pesar.

2. Pon un ejemplo de:

- Un sólido frágil: Porcelana, cristal.
- Un sólido muy duro: hierro, diamante.
- Un sólido elástico: muelle, goma del pelo.
- Un sólido impermeable: plástico, asfalto.
- Un sólido viscoso: yogur, gelatina.

En esta cuestión hay infinidad de respuestas. La que se ajuste a lo que se pide se considerará válida.

3. ¿Qué dos tipos de cambios experimenta la materia?

Cambios físicos y cambios químicos.

4. Completa la tabla indicando el estado de en el que se encuentran las sustancias que aparecen a continuación:

| SUSTANCIA | Hierro | Agua oxigenada | Sal | Aceite | Oxígeno |
|-----------|--------|----------------|--------|---------|---------|
| ESTADO | Sólido | Líquido | Sólido | Líquido | Gaseoso |

5. Cita dos ejemplos en el que un cuerpo sólido se convierta en un líquido:

En esta cuestión también hay un amplio abanico de respuestas. Por ejemplo un cubito de hielo que se convierta en hielo o un helado que se derrita.

6. ¿Cómo se llama el paso de gas a sólido?

Sublimación inversa.

7. ¿Cuál de los siguientes materiales tiene atracción magnética? Rodea con un círculo:

- Un muelle
- Una goma de borrar
- Un imán X

8. *Dependiendo del estado, el volumen y la forma de la materia será constante o variable. Completa la siguiente tabla utilizando las palabras “constante” o “variable” según corresponda en cada caso:*

| | SÓLIDO | LÍQUIDO | GAS |
|---------|-----------|-----------|----------|
| VOLUMEN | Constante | Constante | Variable |
| FORMA | Constante | Variable | Variable |

9. *Cita dos ejemplos de mezclas homogéneas y dos ejemplos de mezclas heterogéneas:*

También existen infinidad de respuestas. Por ejemplo podría ser mezcla heterogénea una ensalada y una homogénea agua con sal.

Para las cuestiones que no se repiten en el test de detección de ideas previas se han considerado las siguientes respuestas:

1. *Escribe la propiedad que tienen los siguientes materiales:*

- *Plástico: impermeabilidad*
- *Diamante: dureza*
- *Muelle: elasticidad*

2. *Escribe un material para cada propiedad:*

- *Transparencia: cristal*
- *Fragilidad: porcelana*
- *Magnetismo: imán*

Para estas dos preguntas hay válidas otras respuestas que se pueden considerar válidas si están acordes con lo que se pide en cada apartado.

3. *La materia puede experimentar dos tipos de cambios: Cambios físicos y cambios químicos.*

- *Explica un ejemplo en el que la materia experimente un cambio FÍSICO: moldear la plastilina.*
- *Explica un ejemplo en el que la materia experimente un cambio QUÍMICO: se descompone una manzana.*

4. *¿Cómo se llama el paso de líquido a sólido?: Solidificación*

5. *Escribe el nombre de componentes que aparezcan en las siguientes mezclas:*

- *Agua salada: agua y sal, mezcla homogénea.*

- *Colacao*: leche y cola-cao, mezcla homogénea.
- *Ensalada*: tomate, lechuga, queso, atún..., mezcla heterogénea.
- *Una sopa*: caldo y fideos, mezcla heterogénea.
- *Agua tintada (tinta)*: agua y tinta, mezcla homogénea.
- *Pizza*: queso, tomate, jamón... mezcla heterogénea.

Se responde a la última cuestión del examen en el ejercicio anterior por estar relacionada.

c) *Cuestionario aplicado a 6º de Primaria:*

Para finalizar este apartado, es necesario proporcionar las respuestas al test que realizaron los alumnos que cursan 6º de Primaria. Este control consta solamente de tres cuestiones que se consideran suficientes para realizar el estudio.

El examen consta de las siguientes cuestiones:

1. *Define el concepto de "densidad"*: Cantidad de masa que ocupa un volumen determinado.
2. *¿Qué crees que es más denso, el agua o el aceite? ¿Cómo podríamos comprobarlo?*
Es más denso el agua porque al colocar ambos líquidos en un vaso el agua tiende a ir abajo por su peso.
3. *¿Depende la densidad de una sustancia de la cantidad que haya?* No.

Con estos alumnos se quiere comprobar cuál es la capacidad de comprensión y la capacidad memorística que poseen después de un año, comprobando así la eficacia de esta metodología de enseñanza tradicional.

La pregunta número uno es de tipo conceptual, y es de gran importancia porque es pregunta clave para responder las otras dos.

Consideramos las dos últimas preguntas más procedimentales que conceptuales ya que si los alumnos "vieran con sus propios ojos la respuesta a estas preguntas", no deberían presentarse dificultades a la hora de responder. Pero estos alumnos no recibieron la enseñanza de la ciencia de forma recreativa el curso pasado sino por metodología tradicional.

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE LOS MISMOS

Ya expuesta la base teórica que sustenta al estudio, se mostrarán paulatinamente, todos los resultados obtenidos y una breve discusión de los mismos.

Es imprescindible destacar el uso de programas como Excel 2013 e IBM SPSS Statistics 19, ya que han resultado de especial utilidad para hacer un constrataste estadístico de hipótesis y para poder plasmar los datos de forma más clara y atractiva visualmente.

Mediante Excel, se han realizado las tablas de resultados y las gráficas correspondientes a las comparaciones de los grupos o entre ellos, y para completar la información, se ha llevado a cabo un análisis estadístico con el SPSS, utilizando en su mayoría las pruebas no paramétricas de U-mann Whitney para dos grupos independientes y la de Kruskall-Wallis para más de dos grupos. Se utilizaron estas pruebas no paramétricas porque no había normalidad tras la prueba Kolmogorov-Smirnov (K-S).

5.1. Resultados de los exámenes de pre-evaluación inicial

Como se ha explicado en apartados anteriores, los alumnos que conforman la muestra total pertenecen al 4º curso de Primaria. Todos estos sujetos, realizaron un examen de evaluación, propuesto por los tutores, con el fin de obtener resultados referentes al tema de la materia. Este examen de pre-evaluación inicial, se llevó a cabo en el mes de Diciembre de 2014, ya que era esta la fecha en la que se incluía la explicación de la unidad en concordancia con la programación anual.

Estos resultados obtenidos por los alumnos se muestran a continuación en diferentes figuras y tablas. La tabla 2 presenta la media, desviación típica y error típico de la media para los grupos 4º A y 4º D.

| VAR00002 | | N | Media | Desviación típ. | Error típ. de la media |
|----------|---------|----|--------|-----------------|------------------------|
| 4º curso | Grupo A | 20 | 7,7500 | 2,04070 | ,45632 |
| | Grupo D | 21 | 7,4500 | 1,84187 | ,40193 |

En la figura 36 se muestra el histograma de la distribución de notas n 4° A y en la tabla 3 se presenta la prueba de normalidad K-S para la distribución de notas de dicho grupo.

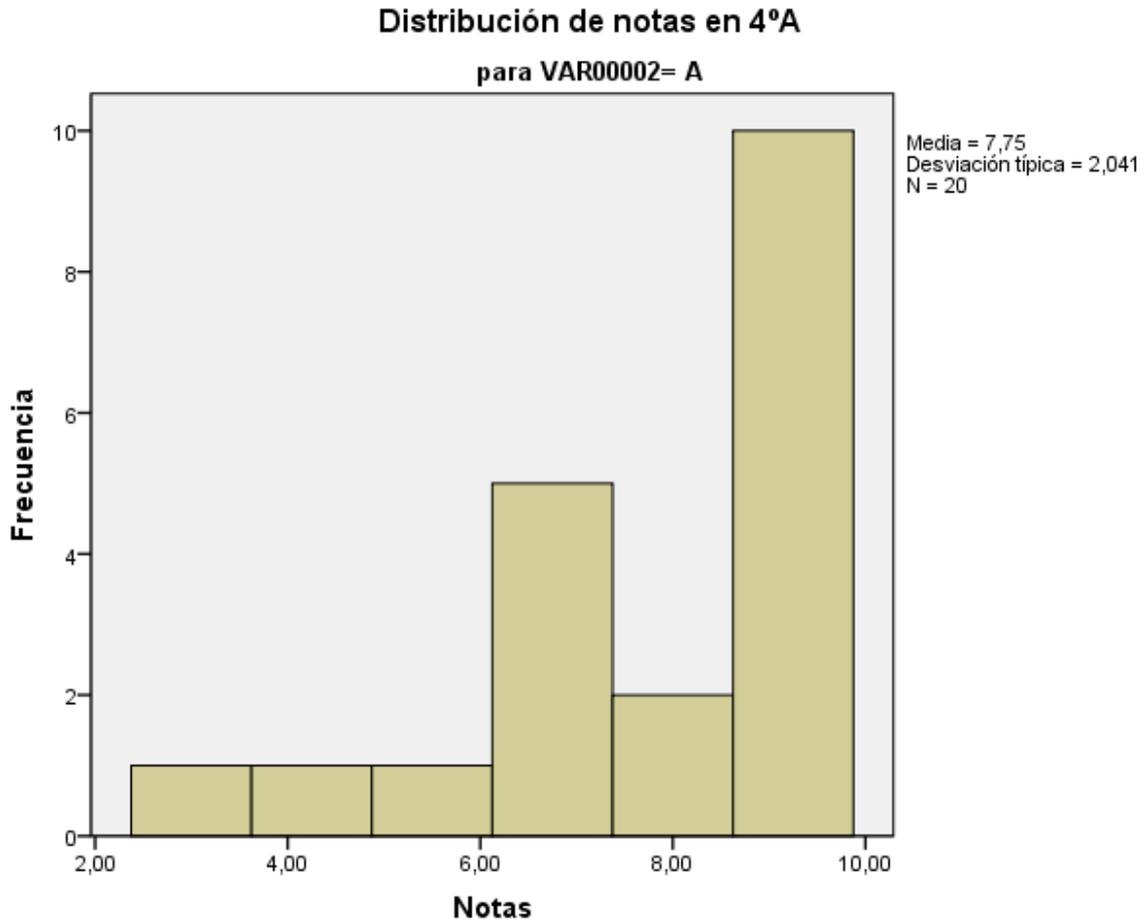


Figura 36: Distribución de las notas exámen de pre-evaluación inicial del grupo 4° A

Tabla 3: Prueba K-S para comprobar la normalidad en 4° A

| | Kolmogorov-Smirnov ^a | | |
|---------|---------------------------------|----|-------|
| | Estadístico | gl | Sig. |
| GRUPO A | 0,188 | 20 | 0,062 |

Tanto de la observación de la gráfica de la Fig. 36 como de los datos de la prueba K-s mostrados en la tabla 3 se puede deducir que la distribución de notas para 4°A es normal, ya que se ha obtenido una significatividad de 0.062, mayor a 0.05.

Del mismo modo que en el caso anterior, en la figura 37 se presenta el histograma de la distribución de notas de 4° D y en la tabla 4 la prueba de normalidad K-S para dicho grupo.

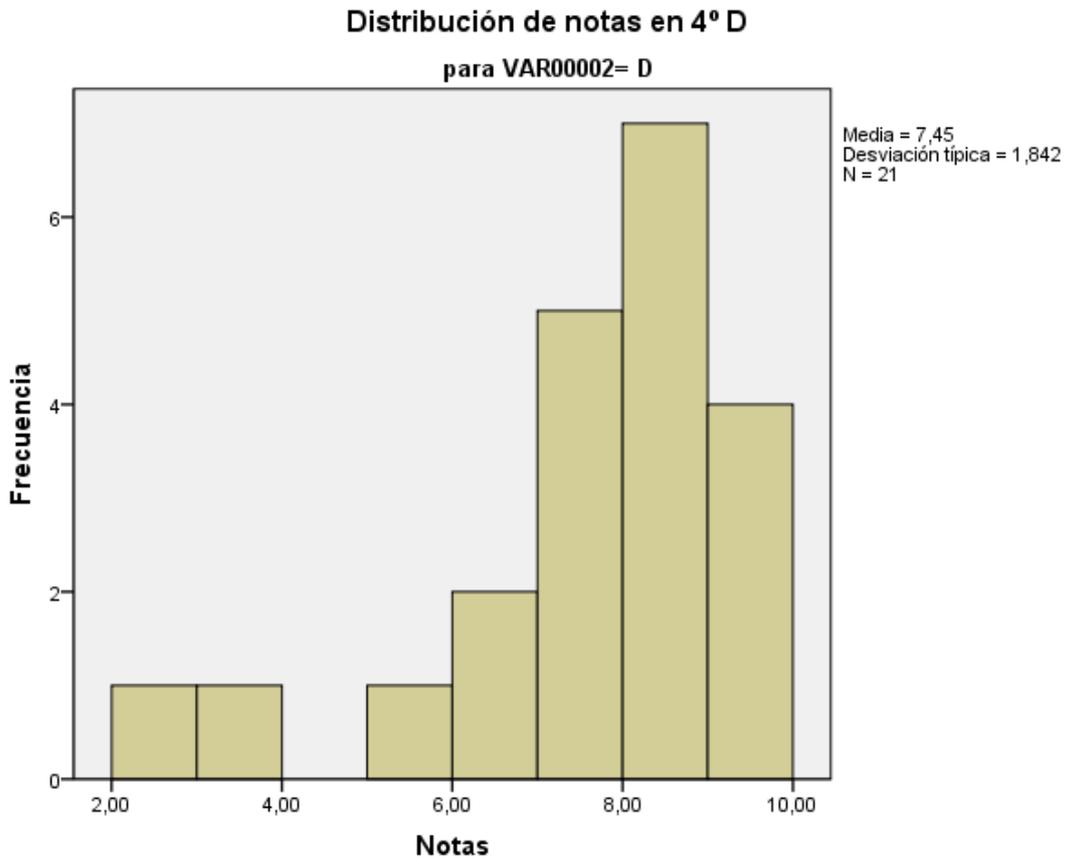


Figura 37: Distribución de las notas exámen de pre-evaluación inicial del grupo 4° D

Tabla 4: Prueba K-S para comprobar la normalidad en 4° D

| | Kolmogorov-Smirnov ^a | | |
|---------|---------------------------------|----|-------|
| | Estadístico | gl | Sig. |
| GRUPO D | 0,208 | 21 | 0,018 |

Se puede apreciar tanto en la gráfica como en la tabla 4 que la distribución de 4°D no es normal, ya que se ha obtenido en la prueba K-s un valor para la significatividad de 0.018, es decir, Sig. < 0.05. Este hecho nos lleva a seleccionar la prueba no paramétrica de U-mann Whitney para la comparación entre ambos grupos. El resultado de dicha prueba se muestra en la Fig.38

Se establece la hipótesis nula H_{0a} : “NO Existen diferencias estadísticamente significativas en los resultados obtenidos en el examen de pre-evaluación inicial entre el grupo 4° A y 4° D”.

Resumen de contrastes de hipótesis

| | Hipótesis nula | Prueba | Sig. | Decisión |
|---|---|---|------|-----------------------------|
| 1 | La distribución de VAR00001 es la misma entre categorías de VAR00002. | Prueba U de Mann-Whitney para muestras independientes | ,425 | Conserve la hipótesis nula. |

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es de ,05.

Figura 38: Contraste de hipótesis en relación al cuestionario inicial de los grupos A y D

La significatividad a través de la prueba no paramétrica, da como resultado un nivel de significación superior al 0.05, por lo que se acepta la hipótesis nula (H_{0a}) planteada anteriormente. Es decir, no existen diferencias estadísticamente significativas entre las medias de ambos grupos. Concretamente, los alumnos de ambos grupos inicialmente obtuvieron muy buenos resultados, pues como se puede comprobar, la nota media global ronda el notable.

A continuación, las siguientes tablas y figuras muestran este mismo análisis en los grupos 4° B y 4° C:

Tabla 5: Estadísticos descriptivos en los grupos B y C

| VAR00002 | | N | Media | Desviación típ. | Error típ. de la media |
|----------|---------|----|--------|-----------------|------------------------|
| 4° | Grupo C | 17 | 6,1824 | 2,47272 | 0,59972 |
| | Grupo B | 20 | 7,1950 | 2,90435 | 0,64943 |

La tabla 5 presenta la media, desviación típica y error típico de la media para 4°C y 4° B y la Fig. 39 la distribución de notas de 4° B. Del mismo modo que los grupos anteriores se observa en la tabla 6 que la distribución de notas no es normal al obtener una significatividad K-S menor que 0.05.

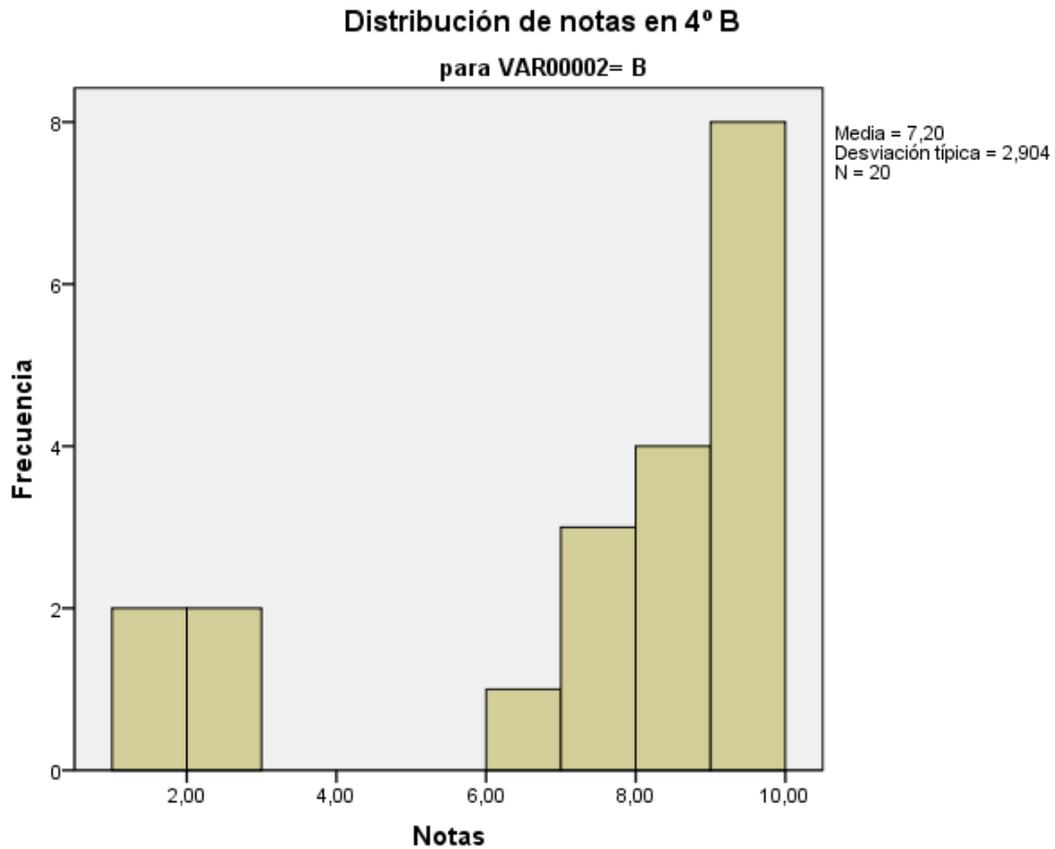


Figura 39: Distribución de las notas en el examen de pre-evaluación inicial del grupo 4º B

Tabla 6: Prueba K-S para comprobar la normalidad en 4º B

| | Kolmogorov-Smirnov ^a | | |
|---------|---------------------------------|----|-------|
| | Estadístico | gl | Sig. |
| GRUPO B | 0,223 | 20 | 0,010 |

Siguiendo el mismo orden, se analiza el caso de 4º C. En la tabla 7 aparecen la media, desviación típica y error típico de la media y en la figura 40 la distribución de notas del grupo.

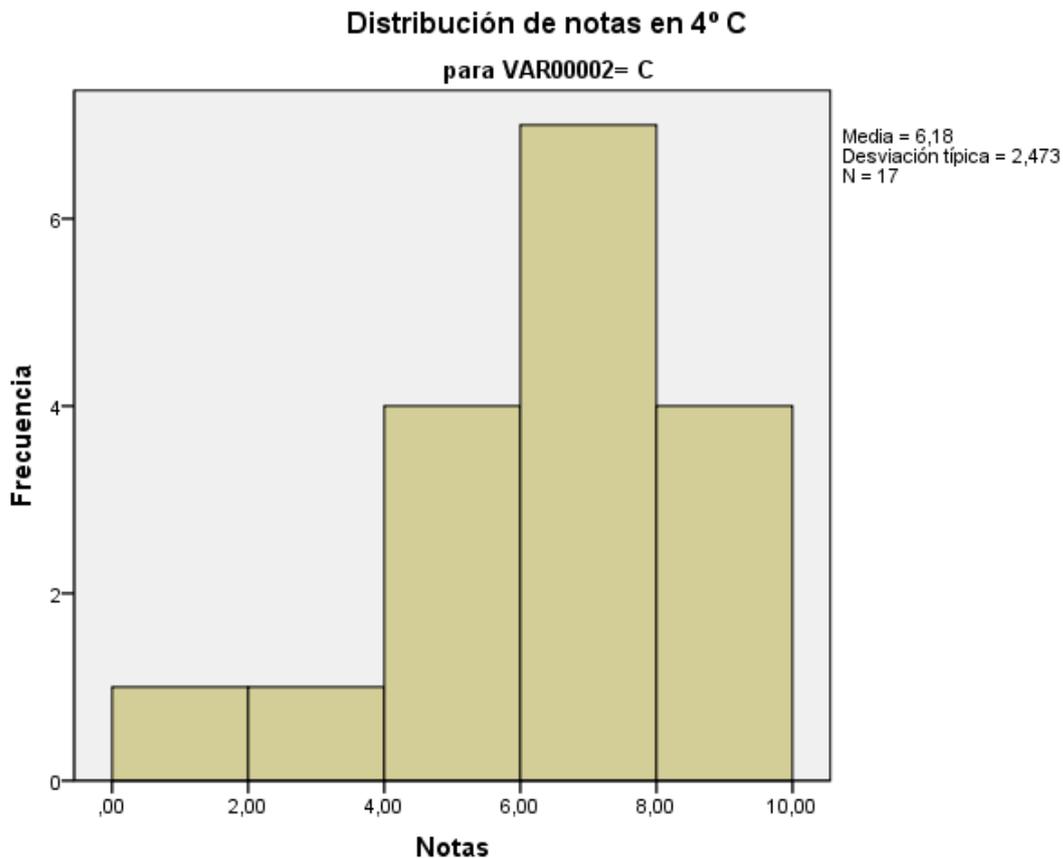


Figura 40: Distribución de las notas en el exámen de pre-evaluación inicial del grupo 4° C

Tabla 7: Prueba K-S para comprobar la normalidad en 4° C

| | Kolmogorov-Smirnov ^a | | |
|---------|---------------------------------|----|--------------------|
| | Estadístico | gl | Sig. |
| GRUPO_C | ,138 | 17 | 0,200 [*] |

Los alumnos de 4°C sí muestran una distribución normal en sus datos, ya que la significatividad de la prueba de normalidad K-S es de 0.2, mayor al 0.05. Sin embargo, al ser el único grupo de los cuatro de cuarto que es normal, se ha creído conveniente realizar para la comparación de medias entre grupos, la prueba no paramétrica de U-mann Whitney. La Fig. 41 muestra los resultados de dicha prueba. Se plantea la hipótesis nula de contraste H_0 : “NO Existen diferencias estadísticamente significativas en los resultados obtenidos en el examen de pre-evaluación inicial entre el grupo 4° B y 4° C”. La significatividad obtenida es de $0.079 > 0.05$ por lo que se acepta la hipótesis nula H_0 planteada.

Resumen de contrastes de hipótesis

| | Hipótesis nula | Prueba | Sig. | Decisión |
|---|---|---|------|-----------------------------|
| 1 | La distribución de VAR00001 es la misma entre categorías de VAR00002. | Prueba U de Mann-Whitney para muestras independientes | ,079 | Conserve la hipótesis nula. |

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es de ,05.

Figura 41: Contraste de hipótesis en relación al cuestionario inicial de los grupos B y C

Dicho esto, se parte de la base de que los alumnos se encontraban en iguales condiciones con respecto al tema de “La materia”, es decir, no existían diferencias estadísticamente significativas en las notas medias, con lo cual, la asignación de alumnos al grupo de control y al grupo experimental fue aleatoria.

A tenor de lo anterior, se eligieron los grupos 4° A y 4° D como experimentales y los grupos 4°B y 4° C como grupos de control. Tanto los alumnos del grupo de control como los del grupo experimental, obtuvieron unas notas medias generalmente buenas, con algo menos de un punto de diferencia entre agrupaciones, por lo que se asume que no hay diferencias significativas entre los sujetos inicialmente. La tabla 8 muestra los estadísticos descriptivos para el grupo experimental (alumnos de 4°A y 4° D) y para el grupo de control (alumnos de 4°B y 4° C). La Fig. 42 muestra la prueba de Kruskal Wallis para muestras independientes para comparar de manera global los dos grupos generales, experimental frente a control.

Tabla 8: Estadísticos descriptivos del grupo experimental y grupo de control en el examen de pre-evaluación inicial

| VAR0000 | | N | Media | Desviación típ. | Error típ. de la media |
|----------|----------|----|--------|-----------------|------------------------|
| 2 | | | | | |
| VAR00001 | GExper. | 41 | 7,5963 | 1,92287 | 0,30030 |
| | GControl | 37 | 6,7297 | 2,72602 | 0,44815 |

Resumen de contrastes de hipótesis

| | Hipótesis nula | Prueba | Sig. | Decisión |
|---|---|---|------|-----------------------------|
| 1 | La distribución de VAR00001 es la misma entre categorías de VAR00002. | Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes | ,121 | Conserve la hipótesis nula. |

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es de ,05.

Figura 42: Contraste de hipótesis en relación al examen de pre-evaluación inicial del grupo experimental y de control

La hipótesis de contraste en este caso es Hoc: “*NO Existen diferencias estadísticamente significativas en los resultados obtenidos en el examen de pre-evaluación inicial entre los grupos seleccionados como Experimentales y los grupos seleccionados como de Control*”

La significatividad obtenida en la prueba de la figura 42 ha sido 0.121, mayor que 0.05 por lo que se conserva la hipótesis nula planteada.

5.2. Resultados obtenidos por los grupos experimentales

5.2.1. Resultados en el cuestionario de detección de ideas previas

En este apartado, se hace un detallado análisis de los datos obtenidos por los sujetos pertenecientes a los distintos grupos experimentales en relación, en primer lugar, al cuestionario de detección de ideas previas y en segundo lugar al cuestionario de evaluación final.

Es importante mencionar que el orden de los alumnos, es el mismo a nivel intragrupo, es decir, el alumno n° 1 en el cuestionario de detección de ideas previas es el mismo alumno que el n° 1 del cuestionario final para el caso del grupo 4° A y lo mismo sucede para 4° D. Esta regla se mantendrá en todas las tablas que se muestren posteriormente.

Se comienza exponiendo los datos que resultaron del cuestionario de detección de ideas previas en 4° A (tabla 9) y 4° D (tabla 10). Se asigna un 0 si la respuesta es incorrecta, un 0,5 si tiene más de la mitad correcta y un 1 si la respuesta es totalmente correcta.

Tabla 9: Resultados del C. de detección de ideas previas de los alumnos del grupo experimental 4ªA

| Alumno número | P1 | P2 | P3 | P4 | P5 | P6 | P7 | P8 | P9 |
|---------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 2 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 3 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 4 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| 5 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 6 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 7 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 8 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 9 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 10 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 11 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 12 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 13 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 14 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 15 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 16 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 17 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 18 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 19 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 20 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 |

Tabla 10: Resultados del C. de detección de ideas previas de los alumnos del grupo experimental 4º D

| Alumno número | P1 | P2 | P3 | P4 | P5 | P6 | P7 | P8 | P9 |
|---------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 2 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 4 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 6 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 7 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 8 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 9 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 10 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 12 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 13 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 14 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 16 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 17 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 18 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 19 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 20 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 21 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |

La tabla 11 muestra el resumen de las calificaciones medias en el examen de detección de ideas previas y las figuras 43 y 44 el histograma de distribución de notas de cada grupo.

Tabla 11: Estadísticos descriptivos de los grupos experimentales en el cuestionario de ideas previas

| VAR00002 | N | Media | Desviación típ. | Error típ. de la media |
|------------------|----|--------|-----------------|------------------------|
| VAR00001 Grupo A | 20 | 5,1300 | 1,66326 | ,37192 |
| Grupo D | 21 | 2,8381 | 1,43509 | ,31316 |

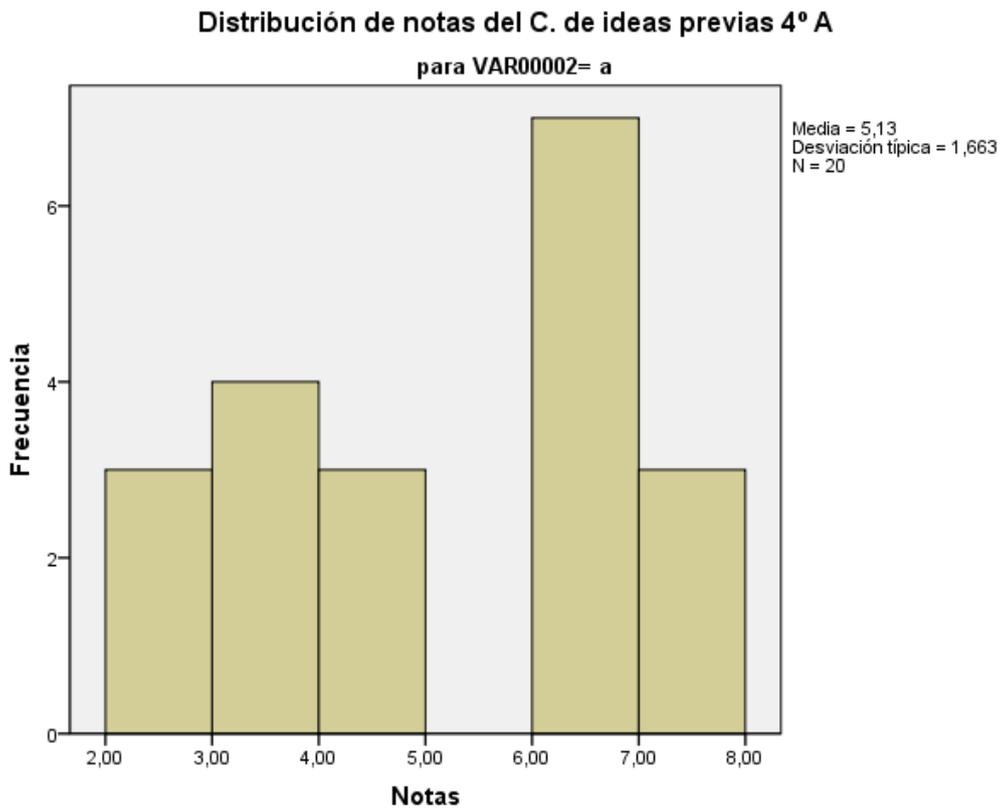


Figura 43: Distribución de las notas del C. de detección de ideas previas en el grupo 4° A

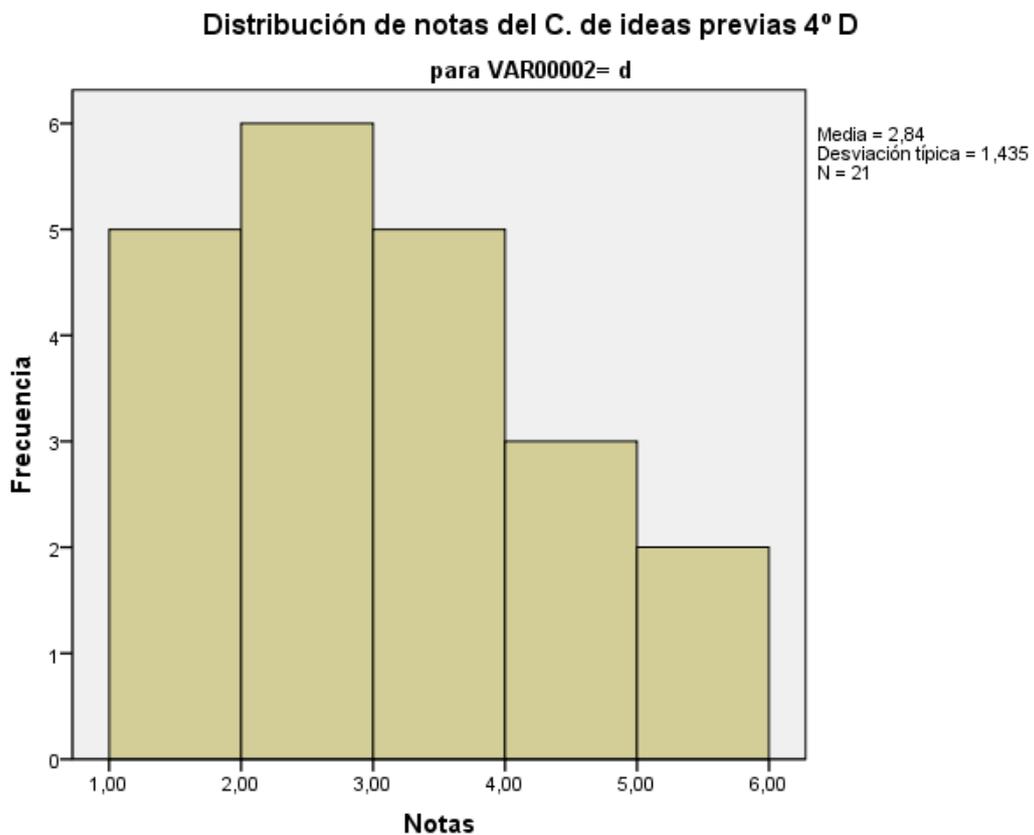


Figura 44: Distribución de las notas del C. de detección de ideas previas en el grupo 4° D

Como se puede observar, el examen de detección de ideas previas dio los resultados esperados; algunos alumnos conocían ciertos conceptos determinados puesto que lo habían trabajado con los tutores los meses anteriores, pero no fueron capaces de transmitir los conocimientos que el examen pedía por no recordarlos con certeza, con lo que se hizo evidente que no habían creado recuerdos duraderos que posibilitaran nuevos aprendizajes.

En la tabla 11 aparecen claramente las notas medias totales de cada grupo obtenidas en este cuestionario. Aunque el grupo 4º A haya conseguido una calificación aprobada, en general, son notas muy bajas con respecto al tema. Los histogramas aportan una visión más específica del número de alumnos que aprobaron o suspendieron el examen. Globalmente, se obtiene que hay más alumnos suspensos.

Aun así, estos resultados son los que se esperaban obtener, confirmándose así la hipótesis 2, H2 planteada con anterioridad: *“Existen ideas previas erróneas en los alumnos de 5º de Primaria con respecto al tema de “La materia”*.

Tras verificar estos datos, se ha optado por llevar a cabo un análisis comparativo entre grupos de las preguntas que formaron parte de este examen. En la tabla 12 aparecen en la primera columna cada una de las nueve preguntas que formaban el cuestionario. Se presenta además la media de la clase en cada pregunta para conocer cuáles resultaron más o menos complicadas y establecer así posibles ideas erróneas en los alumnos.

Tabla 12: Comparación de preguntas entre grupos experimentales del C. de detección de ideas previas (Media sobre 1)

| VAR00 | | N | Media | Desviación típ. | Error tít. de la media |
|----------|---|----|--------|---------------------|------------------------|
| 010 | | | | | |
| VAR00001 | D | 21 | 0,0476 | ,21822 | ,04762 |
| | A | 20 | 0,5000 | ,51299 | ,11471 |
| VAR00002 | D | 21 | 0,7143 | ,46291 | ,10102 |
| | A | 20 | 0,8000 | ,41039 | ,09177 |
| VAR00003 | D | 21 | 0,0000 | ,00000 ^a | ,00000 |
| | A | 20 | 0,0000 | ,00000 ^a | ,00000 |
| VAR00004 | D | 21 | 0,5238 | ,51177 | ,11168 |
| | A | 20 | 0,6500 | ,48936 | ,10942 |
| VAR00005 | D | 21 | 0,1905 | ,40237 | ,08781 |
| | A | 20 | 0,6500 | ,48936 | ,10942 |
| VAR00006 | D | 21 | 0,0000 | ,00000 | ,00000 |
| | A | 20 | 0,2000 | ,41039 | ,09177 |
| VAR00007 | D | 21 | 0,9048 | ,30079 | ,06564 |
| | A | 20 | 0,9500 | ,22361 | ,05000 |
| VAR00008 | D | 21 | 0,0000 | ,00000 | ,00000 |
| | A | 20 | 0,1500 | ,36635 | ,08192 |
| VAR00009 | D | 21 | 0,1905 | ,40237 | ,08781 |
| | A | 20 | 0,2500 | ,44426 | ,09934 |

Posteriormente se ha realizado la prueba de U-Mann Whitney para contrastar la siguiente hipótesis nula H_0 : “NO Existen diferencias estadísticamente significativas en los resultados obtenidos en el Cuestionario de detección de ideas previas entre los grupos seleccionados como Experimentales (4^ºA y 4^ºD)”.

La Fig. 45 muestra el resultado de dicho análisis, concretamente, se expone la sigma obtenida en cada pregunta, manteniendo la H_0 en las cuestiones 2, 3, 4, 7, 8 y 9.

Los resultados de esta prueba apuntan a que no hay diferencias estadísticamente significativas entre los grupos, es decir, estas preguntas fueron contestadas por los niños que formaban los diferentes grupos de manera similar. Sin embargo, en las cuestiones 1, 5 y 6 aparecen diferencias significativas de un grupo a otro. El grupo perteneciente a 4^º A supo dar más respuestas válidas a estas preguntas en concreto por lo que se considera que estos sujetos recordaban mejor los contenidos incluidos en las mismas. Este mayor número de respuestas correctas en el curso 4^º A puede ser debido a una mejor

asimilación de los contenidos teóricos del tema por estar más familiarizados con los mismos.

Resumen de contrastes de hipótesis

| | Hipótesis nula | Prueba | Sig. | Decisión |
|---|---|---|-------|-----------------------------|
| 1 | La distribución de VAR00001 es la misma entre categorías de VAR00010. | Prueba U de Mann-Whitney para muestras independientes | ,001 | Rechace la hipótesis nula. |
| 2 | La distribución de VAR00002 es la misma entre categorías de VAR00010. | Prueba U de Mann-Whitney para muestras independientes | ,528 | Conserve la hipótesis nula. |
| 3 | La distribución de VAR00003 es la misma entre categorías de VAR00010. | Prueba U de Mann-Whitney para muestras independientes | 1,000 | Conserve la hipótesis nula. |
| 4 | La distribución de VAR00004 es la misma entre categorías de VAR00010. | Prueba U de Mann-Whitney para muestras independientes | ,418 | Conserve la hipótesis nula. |
| 5 | La distribución de VAR00005 es la misma entre categorías de VAR00010. | Prueba U de Mann-Whitney para muestras independientes | ,003 | Rechace la hipótesis nula. |
| 6 | La distribución de VAR00006 es la misma entre categorías de VAR00010. | Prueba U de Mann-Whitney para muestras independientes | ,033 | Rechace la hipótesis nula. |
| 7 | La distribución de VAR00007 es la misma entre categorías de VAR00010. | Prueba U de Mann-Whitney para muestras independientes | ,583 | Conserve la hipótesis nula. |
| 8 | La distribución de VAR00008 es la misma entre categorías de VAR00010. | Prueba U de Mann-Whitney para muestras independientes | ,069 | Conserve la hipótesis nula. |
| 9 | La distribución de VAR00009 es la misma entre categorías de VAR00010. | Prueba U de Mann-Whitney para muestras independientes | ,649 | Conserve la hipótesis nula. |

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es de ,05.

Figura 45: Contraste de hipótesis en relación a las preguntas de C. de detección de ideas previas en los dos grupos experimentales

5.2.2. Resultados en cuestionario final

En segundo lugar, y como se dijo al principio del apartado, se procede a examinar detalladamente el cuestionario final.

De la misma forma que en el análisis anterior, se comienza exponiendo los resultados que proporcionó este examen en los mismos grupos, 4º A (tabla 13) y 4º D

(tabla 14). Las puntuaciones se han aplicado de la misma forma que en el cuestionario de ideas previas.

Tabla 13: Resultados del cuestionario final de los alumnos del grupo experimental 4º A

| Alumno número | P1 | P2 | P3 | P4 | P5 | P6 | P7 | P8 | P9 |
|----------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0,5 | 1 | 0 | 1 | 0,5 |
| 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0,5 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 5 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| 6 | 1 | 0,5 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| 7 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 8 | 1 | 0,5 | 0,5 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0,5 | 0 |
| 9 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 10 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 11 | 1 | 1 | 1 | 0,5 | 0,5 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 12 | 1 | 1 | 1 | 0,5 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 13 | 1 | 0,5 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 14 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 15 | 1 | 0,5 | 1 | 1 | 0,5 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 16 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0,5 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 17 | 1 | 0,5 | 1 | 0,5 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 18 | 1 | 0 | 1 | 0,5 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 19 | 1 | 0 | 0,5 | 0 | 0,5 | 0 | 0 | 0,5 | 0 |
| 20 | 1 | 1 | 1 | 0,5 | 1 | 0,5 | 1 | 1 | 1 |

Tabla 14: Resultados del cuestionario final de los alumnos del grupo experimental 4º D

| Alumno número | P1 | P2 | P3 | P4 | P5 | P6 | P7 | P8 | P9 |
|---------------|----|----|-----|----|-----|----|----|----|----|
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0,5 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| 2 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0,5 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| 3 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 5 | 0 | 0 | 0,5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 6 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0,5 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 7 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| 8 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0,5 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 9 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 10 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 11 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0,5 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 12 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 13 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 14 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 15 | 1 | 1 | 0,5 | 1 | 0,5 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| 16 | 1 | 0 | 0,5 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 17 | 1 | 0 | 0,5 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 18 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| 19 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 20 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0,5 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 21 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0,5 | 1 | 1 | 1 | 1 |

En la tabla 15 se muestra la media, la desviación típica y el error típico de la media para los grupos experimentales 4º A y 4º D en el cuestionario final.

Tabla 15: Estadísticos descriptivos de los grupos experimentales en el cuestionario final

| VAR00002 | N | Media | Desviación típ. | Error típ. de la media |
|------------------|----|--------|-----------------|------------------------|
| VAR00001 Grupo A | 20 | 6,3950 | 1,93757 | ,43325 |
| Grupo D | 21 | 6,0381 | 2,44877 | ,53437 |

La figura 46 muestra la distribución de notas del curso 4º A en el cuestionario final:

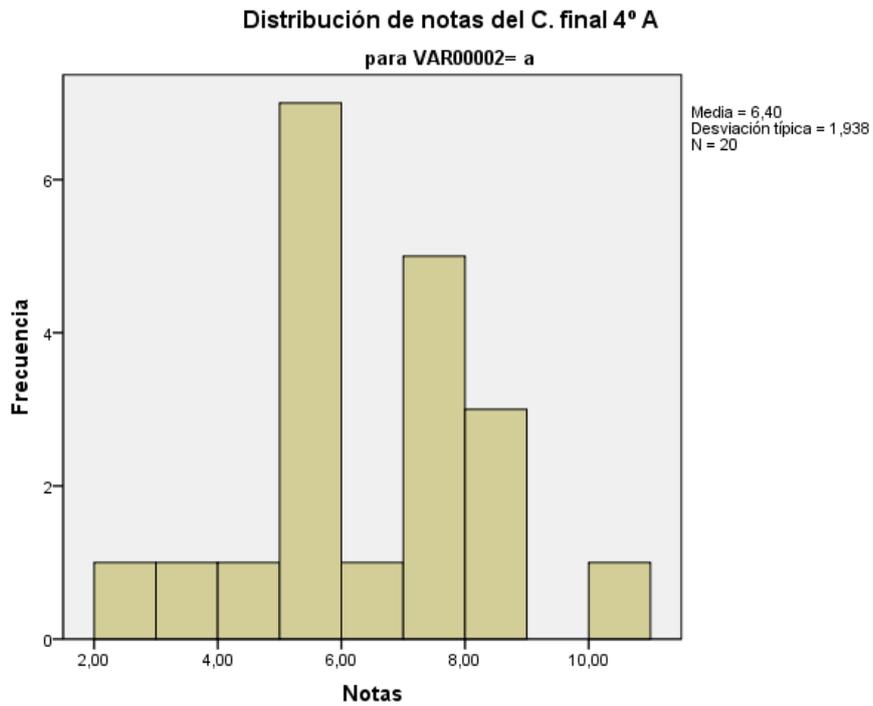


Figura 46: Distribución de las notas del C. final en el grupo 4° A (Grupo experimental)

Por otro lado, en la figura 47 aparece también la distribución de notas pero del curso 4° B en el cuestionario final:

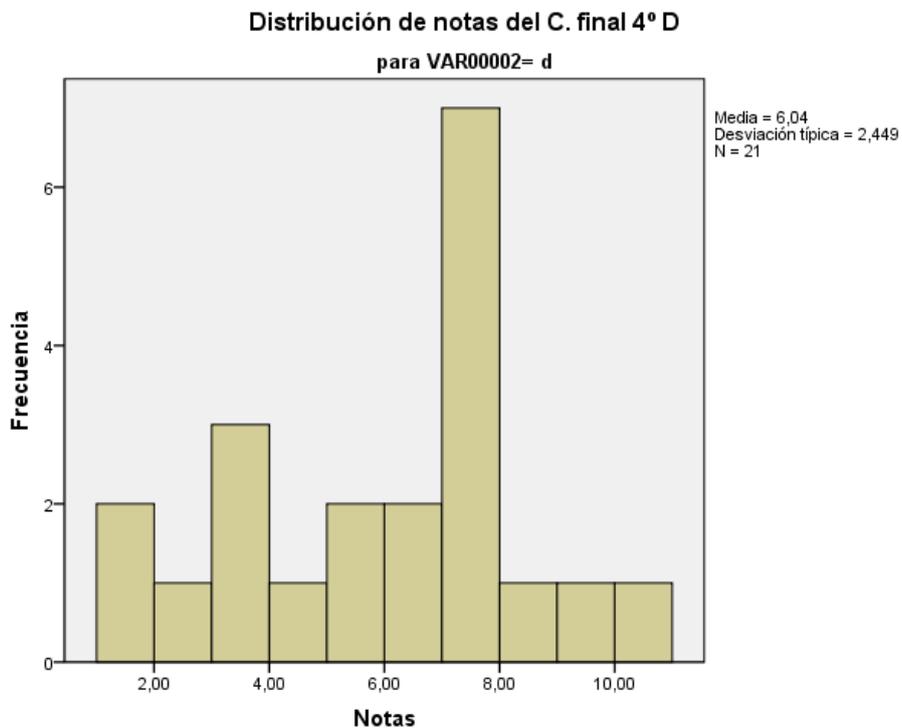


Figura 47: Distribución de las notas del C. final en el grupo 4° D (Grupo experimental)

Puede observarse en comparación con lo expuesto en el cuestionario inicial que aparece una mejoría de resultados tras la intervención didáctica llevada cabo en estos cursos. En la tabla 15 donde aparecen las medias globales del alumnado por grupo, se presentan unos resultados más satisfactorios, sobre todo en el grupo D que aumenta más de 3 puntos del examen de ideas previas a este.

Los histogramas muestran claramente que el número de alumnos aprobados es, en gran medida, mayor que el de los suspensos. Es evidente que la intervención didáctica ha contribuido a esta mejora de resultados en los sujetos que forman el grupo experimental.

Una vez expuesto lo anterior, se cree conveniente volver a comparar las notas obtenidas en cada pregunta por cada grupo en este examen evaluativo para ver si en algunas de ellas existen diferencias estadísticamente significativas. En la tabla 16 aparece nuevamente la media por preguntas obtenidas en 4ºA y en 4º D pero ahora, en el cuestionario final.

Tabla 16: Comparación de preguntas entre grupos experimentales del cuestionario final (Media sobre 1)

| VAR00 010 | | N | Media | Desviación típ. | Error típ. de la media |
|--------------|---|----|--------|-----------------|---------------------------|
| VAR00001 | D | 21 | 0,7619 | 0,43644 | 0,09524 |
| | A | 20 | 1,0000 | 0,00000 | 0,00000 |
| VAR00002 | D | 21 | 0,7619 | 0,43644 | 0,09524 |
| | A | 20 | 0,6750 | 0,40636 | 0,09087 |
| VAR00003 | D | 21 | 0,6667 | 0,42817 | 0,09344 |
| | A | 20 | 0,9000 | 0,26157 | 0,05849 |
| VAR00004 | D | 21 | 0,7619 | 0,43644 | 0,09524 |
| | A | 20 | 0,7750 | 0,34317 | 0,07673 |
| VAR00005 | D | 21 | 0,3810 | 0,38421 | 0,08384 |
| | A | 20 | 0,4000 | 0,41675 | 0,09319 |
| VAR00006 | D | 21 | 0,1905 | 0,40237 | 0,08781 |
| | A | 20 | 0,2250 | 0,41279 | 0,09230 |
| VAR00007 | D | 21 | 0,8095 | 0,40237 | 0,08781 |
| | A | 20 | 0,6000 | 0,50262 | 0,11239 |
| VAR00008 | D | 21 | 0,5238 | 0,51177 | 0,11168 |
| | A | 20 | 0,7000 | 0,44129 | 0,09868 |
| VAR00009 | D | 21 | 0,5714 | 0,50709 | 0,11066 |
| | A | 20 | 0,4750 | 0,49934 | 0,11166 |

La figura 48 muestra la prueba de U-Mann Whitney para el contraste de la hipótesis nula Hoe: “NO Existen diferencias estadísticamente significativas en los resultados obtenidos en el Cuestionario final entre los grupos seleccionados como Experimentales (4ª y 4ºD)”

Resumen de contrastes de hipótesis

| | Hipótesis nula | Prueba | Sig. | Decisión |
|---|---|---|------|-----------------------------|
| 1 | La distribución de VAR00001 es la misma entre categorías de VAR00010. | Prueba U de Mann-Whitney para muestras independientes | ,021 | Rechace la hipótesis nula. |
| 2 | La distribución de VAR00002 es la misma entre categorías de VAR00010. | Prueba U de Mann-Whitney para muestras independientes | ,319 | Conserve la hipótesis nula. |
| 3 | La distribución de VAR00003 es la misma entre categorías de VAR00010. | Prueba U de Mann-Whitney para muestras independientes | ,045 | Rechace la hipótesis nula. |
| 4 | La distribución de VAR00004 es la misma entre categorías de VAR00010. | Prueba U de Mann-Whitney para muestras independientes | ,720 | Conserve la hipótesis nula. |
| 5 | La distribución de VAR00005 es la misma entre categorías de VAR00010. | Prueba U de Mann-Whitney para muestras independientes | ,922 | Conserve la hipótesis nula. |
| 6 | La distribución de VAR00006 es la misma entre categorías de VAR00010. | Prueba U de Mann-Whitney para muestras independientes | ,703 | Conserve la hipótesis nula. |
| 7 | La distribución de VAR00007 es la misma entre categorías de VAR00010. | Prueba U de Mann-Whitney para muestras independientes | ,145 | Conserve la hipótesis nula. |
| 8 | La distribución de VAR00008 es la misma entre categorías de VAR00010. | Prueba U de Mann-Whitney para muestras independientes | ,272 | Conserve la hipótesis nula. |
| 9 | La distribución de VAR00009 es la misma entre categorías de VAR00010. | Prueba U de Mann-Whitney para muestras independientes | ,532 | Conserve la hipótesis nula. |

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es de ,05.

Figura 48: Contraste de hipótesis en relación a las preguntas de cuestionario final de los dos grupos experimentales.

En este caso son sólo dos preguntas, la 1 y la 3, en la que si hay diferencias estadísticamente significativas entre los grupos, volviendo a ser 4ºA, el grupo que aporta mejores respuestas a estas preguntas. En este caso, se vuelve a pensar que los alumnos de 4º A asimilaron mejor los contenidos por lo que puede darse la opción de considerarse mejores alumnos académicamente. Aun así, esto no se considera relevante en el estudio porque generalmente ha habido una clara mejora de resultados y, además, en la mayoría de cuestiones no hay diferencias significativas, las notas han estado muy igualadas en ambos cursos. Podemos afirmar por tanto en general que la intervención didáctica ha ayudado a mejorar la adquisición del contenido en los alumnos de los grupos experimentales.

5.3. Resultados obtenidos por el grupo de control en el cuestionario final

Los alumnos que forman el grupo de control sólo realizaron el cuestionario final para verificar que realmente, si no se aplica una enseñanza significativa en el alumnado, los conocimientos se van perdiendo poco a poco. La puntuación que se extrajo de este conjunto aparece a continuación. Las tablas 17 y 18 presentan las puntuaciones obtenidas por los alumnos de los cursos B y C en el cuestionario final, puntuándose de 1 las respuestas correctas, 0,5 las preguntas que están respondidas en su mayoría de forma correcta y de 0 las incorrectas.

Tabla 17: Resultados del cuestionario final de los alumnos del grupo de control 4º B

| Alumno número | P1 | P2 | P3 | P4 | P5 | P6 | P7 | P8 | P9 |
|---------------|----|-----|-----|-----|-----|----|----|-----|----|
| 1 | 0 | 0 | 0 | 0,5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 3 | 0 | 0 | 0 | 0,5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 4 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 5 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0,5 | 0 | 1 | 0,5 | 0 |
| 6 | 0 | 0,5 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 8 | 0 | 0,5 | 0 | 0,5 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 9 | 0 | 1 | 0,5 | 0,5 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 10 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| 11 | 0 | 1 | 0 | 0,5 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 12 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 13 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 14 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0,5 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 16 | 0 | 0,5 | 0 | 0,5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 17 | 0 | 1 | 0 | 0,5 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 18 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 19 | 0 | 0,5 | 0 | 0,5 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 20 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |

Tabla 18: Resultados del cuestionario final de los alumnos del grupo de control 4º C

| Alumno número | P1 | P2 | P3 | P4 | P5 | P6 | P7 | P8 | P9 |
|---------------|----|----|----|-----|-----|----|----|-----|----|
| 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0,5 | 0 | 1 | 0,5 | 1 |
| 2 | 0 | 1 | 0 | 0,5 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 4 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0,5 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| 5 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,5 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 9 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 10 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0,5 | 0 | 0 | 0,5 | 1 |
| 11 | 0 | 1 | 0 | 0,5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 12 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| 13 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 14 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 16 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 17 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,5 | 0 |

La figura 49 muestra la distribución de notas en el curso 4° B donde se puede comprobar la normalidad obtenida por dicho curso.

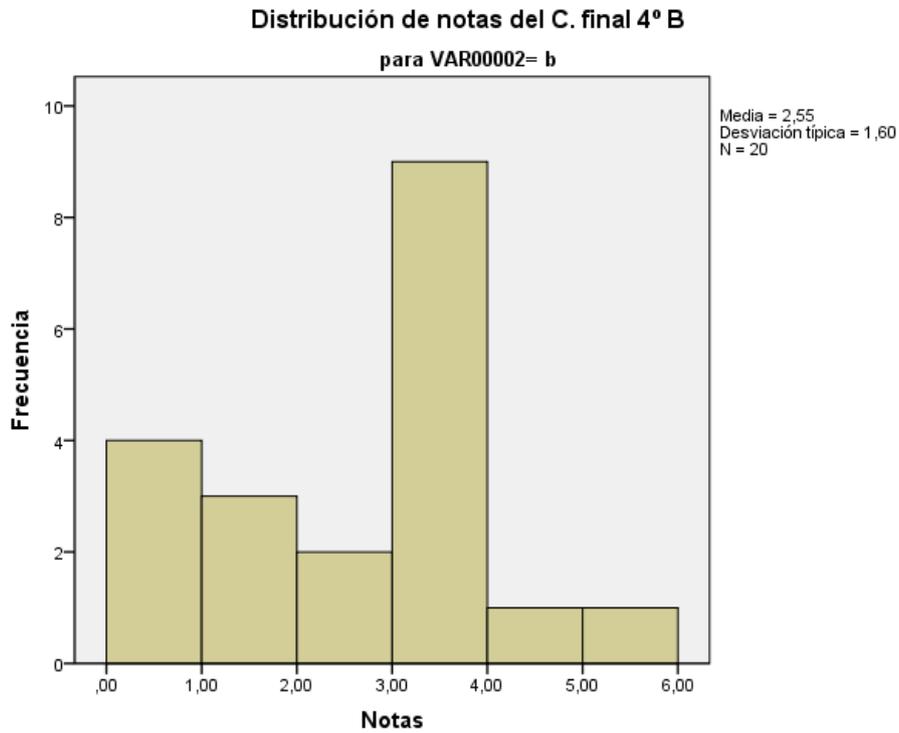


Figura 49: Distribución de las notas del C. final en el grupo 4° B (Grupo de control)

La figura 50 muestra la distribución de notas en el curso 4° C donde se puede comprobar también la normalidad obtenida en este caso.

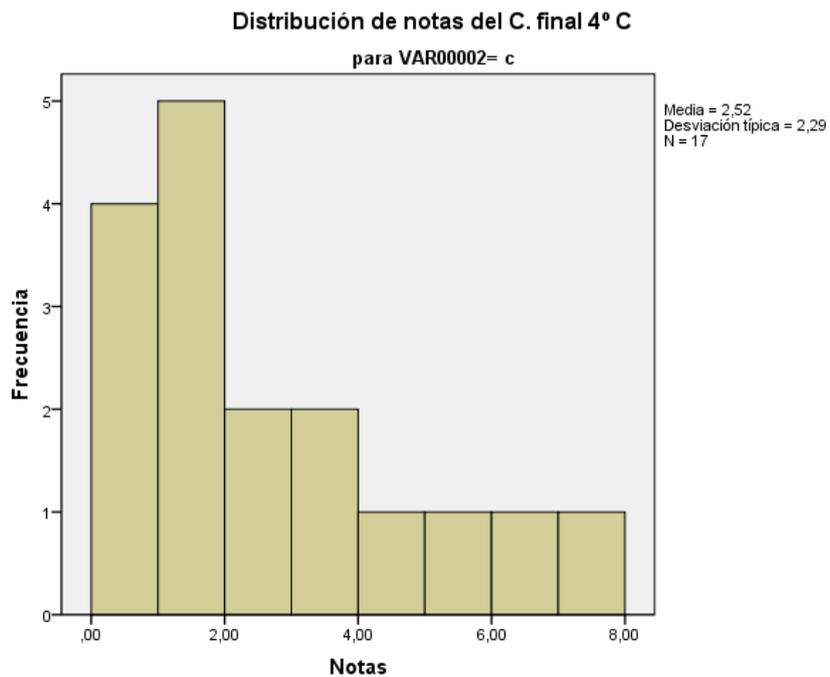


Figura 50: Distribución de las notas del C. final en el grupo 4° C

Con la nota media que aparece en la esquina superior derecha de cada histograma se asume que ha habido un olvido de los conocimientos referentes a la unidad de la materia. Además, el propio histograma muestra en los dos casos el bajo índice de alumnos que pasaron la prueba. Estos alumnos partían de unas notas muy aceptables destacadas en el apartado 5.1 de esta memoria con lo cual, se hace evidente la pérdida de conocimientos al exponer estos resultados. Esto nos lleva al análisis de la Hipótesis 1, pues estos alumnos del 4º curso, al igual que los alumnos de 6º de primaria, han olvidado con el paso del tiempo los contenidos trabajados de forma tradicional.

Para tener una visión más detallada de las notas obtenidas por preguntas en los cursos, se exponen a continuación estos datos con su correspondiente discusión. En la tabla 19, en la primera columna se representan las 9 preguntas que formaban el cuestionario final:

Tabla 19: Comparación de preguntas entre grupos de control del cuestionario final

| VAR00 | | N | Media | Desviación típ. | Error típ. de la media |
|----------|---|----|-------|---------------------|------------------------|
| 010 | | | | | |
| VAR00001 | C | 17 | ,0588 | ,24254 | ,05882 |
| | B | 20 | ,0000 | ,00000 | ,00000 |
| VAR00002 | C | 17 | ,5294 | ,51450 | ,12478 |
| | B | 20 | ,6000 | ,44721 | ,10000 |
| VAR00003 | C | 17 | ,0588 | ,24254 | ,05882 |
| | B | 20 | ,0750 | ,24468 | ,05471 |
| VAR00004 | C | 17 | ,2941 | ,43513 | ,10553 |
| | B | 20 | ,2500 | ,30349 | ,06786 |
| VAR00005 | C | 17 | ,1176 | ,21862 | ,05302 |
| | B | 20 | ,0500 | ,15390 | ,03441 |
| VAR00006 | C | 17 | ,0000 | ,00000 ^a | ,00000 |
| | B | 20 | ,0000 | ,00000 ^a | ,00000 |
| VAR00007 | C | 17 | ,3529 | ,49259 | ,11947 |
| | B | 20 | ,6500 | ,48936 | ,10942 |
| VAR00008 | C | 17 | ,3824 | ,45171 | ,10956 |
| | B | 20 | ,5250 | ,49934 | ,11166 |
| VAR00009 | C | 17 | ,4706 | ,51450 | ,12478 |
| | B | 20 | ,1500 | ,36635 | ,08192 |

Para ver si hay diferencias entre los resultados de ambos grupos de control, se realiza la prueba de U-Mann Whitney cuyos resultados se presentan en la figura 51. La

hipótesis nula a contrastar en este caso es Hof: “NO Existen diferencias estadísticamente significativas en los resultados obtenidos en el Cuestionario final entre los grupos seleccionados como Control (4ºB y 4ºC)”. Puede observarse que para todas las preguntas se conserva esta hipótesis nula.

Resumen de contrastes de hipótesis

| | Hipótesis nula | Prueba | Sig. | Decisión |
|---|---|---|-------|-----------------------------|
| 1 | La distribución de VAR00001 es la misma entre categorías de VAR00010. | Prueba U de Mann-Whitney para muestras independientes | ,278 | Conserve la hipótesis nula. |
| 2 | La distribución de VAR00002 es la misma entre categorías de VAR00010. | Prueba U de Mann-Whitney para muestras independientes | ,709 | Conserve la hipótesis nula. |
| 3 | La distribución de VAR00003 es la misma entre categorías de VAR00010. | Prueba U de Mann-Whitney para muestras independientes | ,676 | Conserve la hipótesis nula. |
| 4 | La distribución de VAR00004 es la misma entre categorías de VAR00010. | Prueba U de Mann-Whitney para muestras independientes | ,958 | Conserve la hipótesis nula. |
| 5 | La distribución de VAR00005 es la misma entre categorías de VAR00010. | Prueba U de Mann-Whitney para muestras independientes | ,272 | Conserve la hipótesis nula. |
| 6 | La distribución de VAR00006 es la misma entre categorías de VAR00010. | Prueba U de Mann-Whitney para muestras independientes | 1,000 | Conserve la hipótesis nula. |
| 7 | La distribución de VAR00007 es la misma entre categorías de VAR00010. | Prueba U de Mann-Whitney para muestras independientes | ,076 | Conserve la hipótesis nula. |
| 8 | La distribución de VAR00008 es la misma entre categorías de VAR00010. | Prueba U de Mann-Whitney para muestras independientes | ,381 | Conserve la hipótesis nula. |
| 9 | La distribución de VAR00009 es la misma entre categorías de VAR00010. | Prueba U de Mann-Whitney para muestras independientes | ,036 | Conserve la hipótesis nula. |

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es de ,05.

Figura 51: Contraste de hipótesis en relación a las preguntas de cuestionario de ideas previas de los dos grupos de control.

Las puntuaciones vuelven a mostrar el olvido de los contenidos, pues solo en el caso de la pregunta n° 2 se ha conseguido dar una respuesta correcta por gran parte de los alumnos de los dos grupos. Esta pregunta del cuestionario final puede haberles resultado fácil de contestar porque los alumnos estén familiarizados con lo que se preguntaba: hierro, nube, sal, etc. son elementos conocidos por ellos, con lo cual, se entiende que puedan conocer el estado de agregación en el que se encuentran dichos elementos.

Se cree conveniente mostrar la evolución de las notas obtenidas por este grupo, al principio y al final, a través de gráficas. En la figura 52 se muestran las notas iniciales de los grupo de control y en la figura 53 aparecen las notas que los alumnos obtuvieron en el cuestionario final.

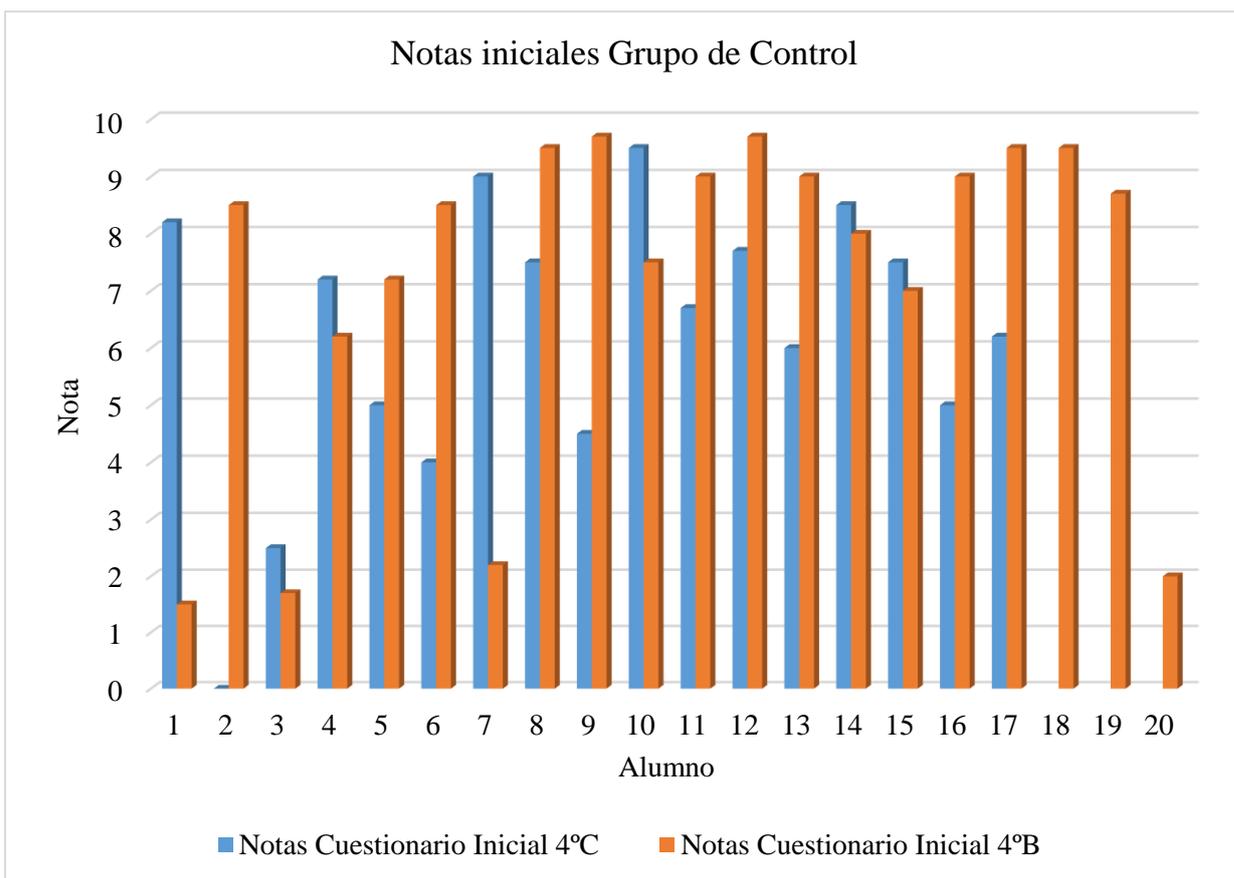


Figura 52: Notas examen de pre-evaluación inicial Grupos de Control

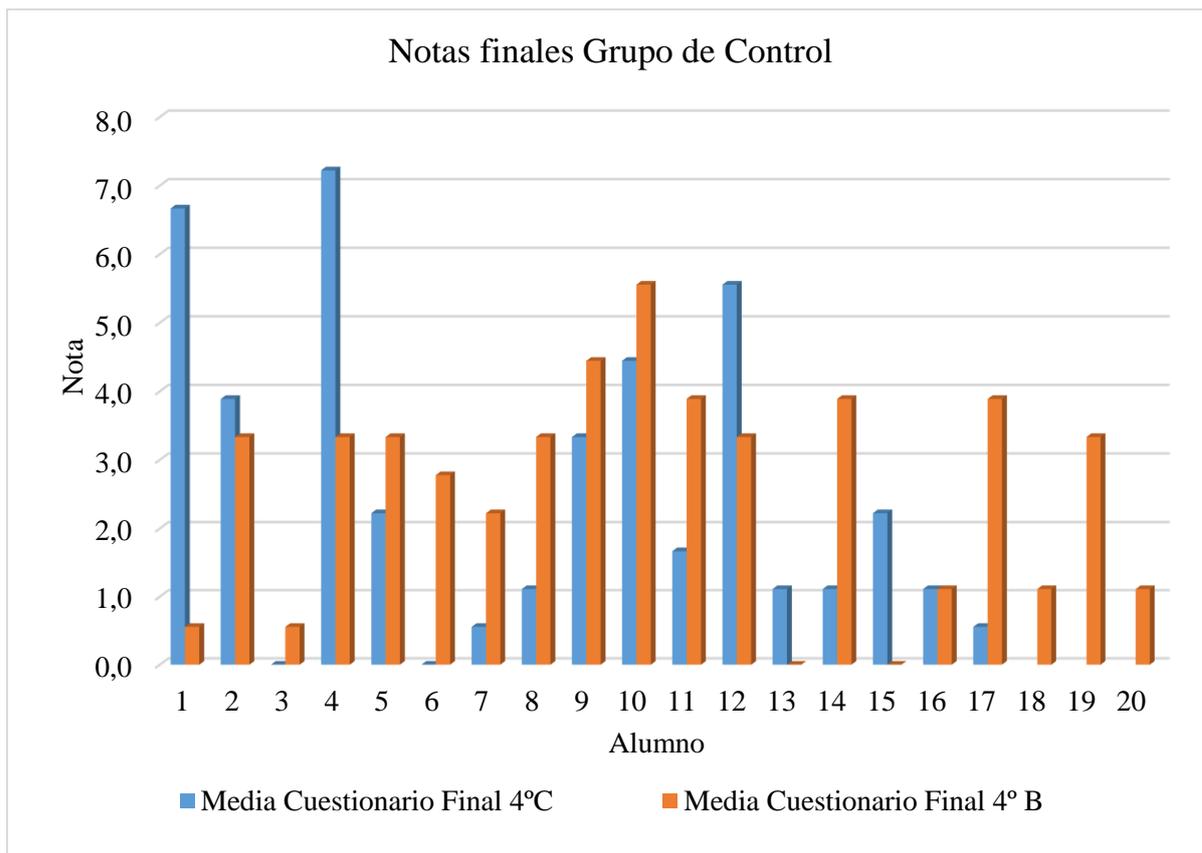


Figura 53: Notas Cuestionario final Grupo de Control

En el eje X de ambas gráficas se enumeran los alumnos en orden y en el eje Y se distinguen las notas obtenidas por cada alumno en cada grupo de 0 a 10.

Finalmente, se puede comprobar una involución en el tiempo en cuanto a aprendizaje por lo que se hace necesaria una enseñanza más significativa para no caer en el olvido.

Al complementar la metodología tradicional con otros materiales didácticos se puede lograr una adquisición de los conocimientos más duradera y se evita en gran parte la creación de ideas científicas erróneas.

5.4. Comparación de resultados obtenidos en el Cuestionario final por el Grupo de Control y el Grupo Experimental

Resulta interesante hacer una comparativa de resultados de todos los alumnos que forman el grupo de control frente a todos los alumnos que forman el grupo experimental. Para ello se ha considerado enfrentar las notas obtenidas en cada pregunta por cada grupo en su conjunto y comprobar en cuáles existen diferencias estadísticamente significativas y en cuáles no. La tabla 20 que se presenta a continuación, muestra la media, desviación típica y error típico de la media en cada una de las preguntas obtenidas por el conjunto de alumnos de los grupos experimentales y el conjunto de alumnos de los grupos de control.

Tabla 20: Comparación de preguntas del cuestionario final entre el Grupo de Control frente al Grupo Experimental

| VAR00010 | N | Media | Desviación típ. | Error típ. De la media |
|------------------|----|--------|-----------------|------------------------|
| VAR00001 Control | 37 | 0,0270 | 0,16440 | ,02703 |
| VAR00001 Exper. | 41 | 0,8780 | 0,33129 | ,05174 |
| VAR00002 Control | 37 | 0,5676 | 0,47379 | ,07789 |
| VAR00002 Exper | 41 | 0,7195 | 0,41906 | ,06545 |
| VAR00003 Control | 37 | 0,0676 | 0,24043 | ,03953 |
| VAR00003 Exper | 41 | 0,7805 | 0,37163 | ,05804 |
| VAR00004 Control | 37 | 0,2703 | 0,36505 | ,06001 |
| VAR00004 Exper | 41 | 0,7683 | 0,38887 | ,06073 |
| VAR00005 Control | 37 | 0,0811 | 0,18684 | ,03072 |
| VAR00005 Exper | 41 | 0,3902 | 0,39548 | ,06176 |
| VAR00006 Control | 37 | 0,0000 | 0,00000 | ,00000 |
| VAR00006 Exper | 41 | 0,2073 | 0,40273 | ,06290 |
| VAR00007 Control | 37 | 0,5135 | 0,50671 | ,08330 |
| VAR00007 Exper | 41 | 0,7073 | 0,46065 | ,07194 |
| VAR00008 Control | 37 | 0,4595 | 0,47695 | ,07841 |
| VAR00008 Exper | 41 | 0,6098 | 0,48104 | ,07513 |
| VAR00009 Control | 37 | 0,2973 | 0,46337 | ,07618 |
| VAR00009 Exper | 41 | 0,5244 | 0,49939 | ,07799 |

En la figura 54 aparece la prueba de U-Mann Whitney para contrastar la hipótesis nula Hog: “NO Existen diferencias estadísticamente significativas en los resultados obtenidos en el Cuestionario final entre los grupos seleccionados como Control (4°B y 4°C) frente a los grupos seleccionados como Experimentales (4°A y 4°D)”

Resumen de contrastes de hipótesis

| | Hipótesis nula | Prueba | Sig. | Decisión |
|---|---|---|------|-----------------------------|
| 1 | La distribución de VAR00001 es la misma entre categorías de VAR00010. | Prueba U de Mann-Whitney para muestras independientes | ,000 | Rechace la hipótesis nula. |
| 2 | La distribución de VAR00002 es la misma entre categorías de VAR00010. | Prueba U de Mann-Whitney para muestras independientes | ,147 | Conserve la hipótesis nula. |
| 3 | La distribución de VAR00003 es la misma entre categorías de VAR00010. | Prueba U de Mann-Whitney para muestras independientes | ,000 | Rechace la hipótesis nula. |
| 4 | La distribución de VAR00004 es la misma entre categorías de VAR00010. | Prueba U de Mann-Whitney para muestras independientes | ,000 | Rechace la hipótesis nula. |
| 5 | La distribución de VAR00005 es la misma entre categorías de VAR00010. | Prueba U de Mann-Whitney para muestras independientes | ,000 | Rechace la hipótesis nula. |
| 6 | La distribución de VAR00006 es la misma entre categorías de VAR00010. | Prueba U de Mann-Whitney para muestras independientes | ,003 | Rechace la hipótesis nula. |
| 7 | La distribución de VAR00007 es la misma entre categorías de VAR00010. | Prueba U de Mann-Whitney para muestras independientes | ,081 | Conserve la hipótesis nula. |
| 8 | La distribución de VAR00008 es la misma entre categorías de VAR00010. | Prueba U de Mann-Whitney para muestras independientes | ,163 | Conserve la hipótesis nula. |
| 9 | La distribución de VAR00009 es la misma entre categorías de VAR00010. | Prueba U de Mann-Whitney para muestras independientes | ,040 | Rechace la hipótesis nula. |

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es de ,05.

Figura 54: Contraste de hipótesis en relación a las preguntas de cuestionario de ideas previas de los dos grupos de control.

Se observa que en las preguntas 1, 3, 4, 5, 6, y 9, que representan la mayoría del cuestionario, se rechaza la hipótesis nula anteriormente planteada, ya que sí existen diferencias estadísticamente significativas entre los grupos. Solamente en el resto de cuestiones se conserva la H_0 por encontrarse similitudes en las respuestas aportadas por todos los sujetos. La causa de que el grupo de control haya contestado correctamente estas tres preguntas, sin haber experimentado la intervención, podría ser la misma que se expuso con anterioridad en el apartado 5.3 la familiarización con respecto a los contenidos que se pedían en esas preguntas ya que por ejemplo, en el caso de la pregunta nº 2, los alumnos conocen que el hierro es duro con lo cual está en estado sólido al igual que la sal que pueden ver en la cocina, el aceite y el agua oxigenada en estado líquido y las nubes que ven día a día en estado gaseoso.

En este apartado, podemos aceptar la H3 general de este trabajo fin de máster *“Existen diferencias entre la metodología tradicional frente a la metodología experimental basada en realizar una intervención didáctica con mapas conceptuales”* ya que como se ha podido comprobar, los alumnos que recibieron un apoyo a la enseñanza con la intervención de mapas conceptuales, han asimilado los conocimientos de una forma satisfactoria sin embargo los alumnos del grupo de control como se ha dicho con anterioridad, hubieran necesitado un apoyo metodológico en su momento de aprendizaje para mantener los contenidos de la materia en el tiempo.

5.5. Evolución del aprendizaje en el Grupo Experimental

A continuación se especifica, a través de gráficas, la evolución de los alumnos desde el cuestionario de detección de ideas previas hasta el cuestionario o evaluación final tras la intervención didáctica proporcionada.

En la figura 55 y 56 aparecen, respectivamente, una comparativa de los exámenes realizados por el curso 4º A en el primer caso y 4º D en segundo de la evolución generada desde la realización del cuestionario de detección de ideas previas hasta la realización del cuestionario final.

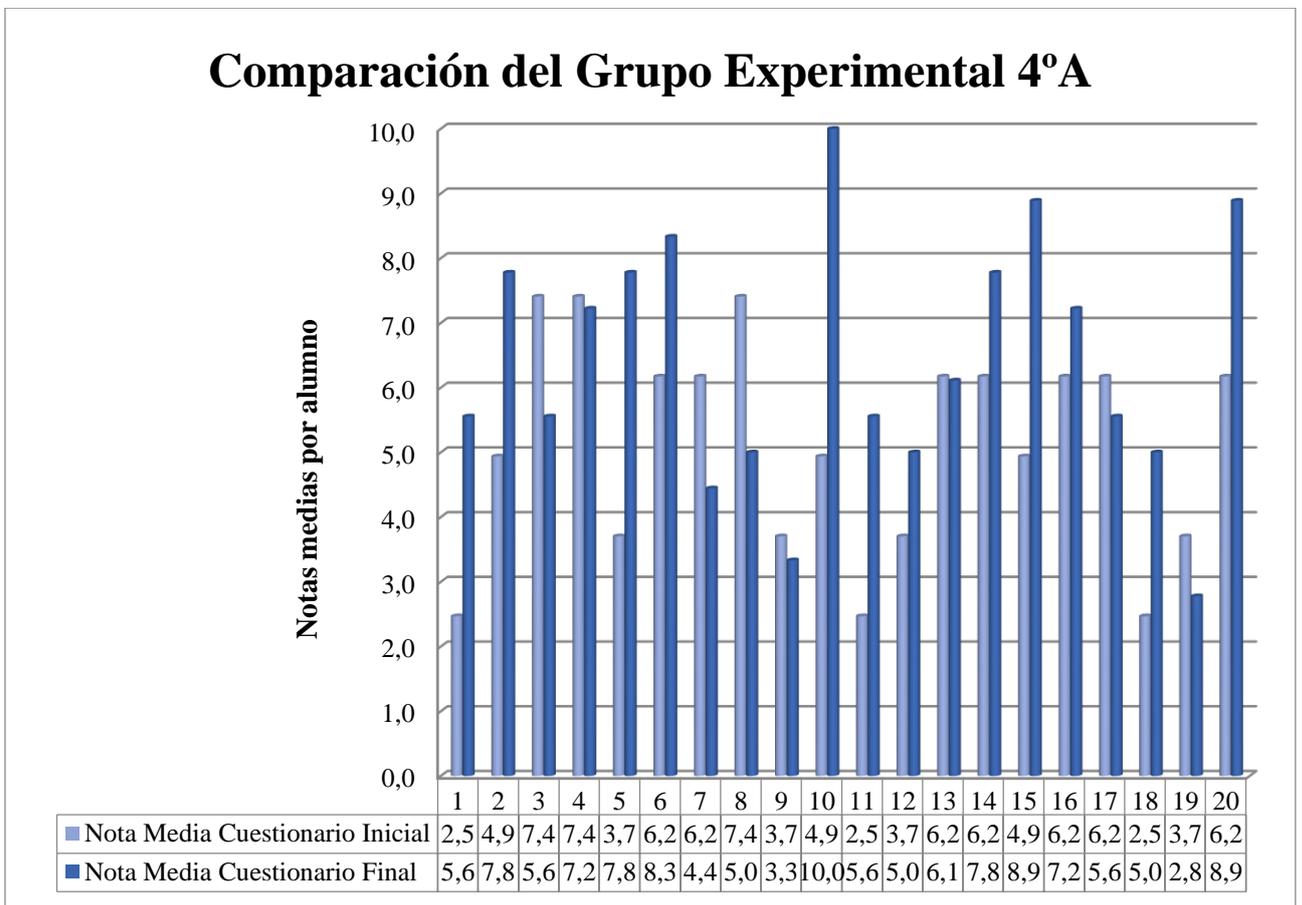


Figura 55: Evolución de aprendizaje en 4º A

Comparación del Grupo Experimental 4ºD

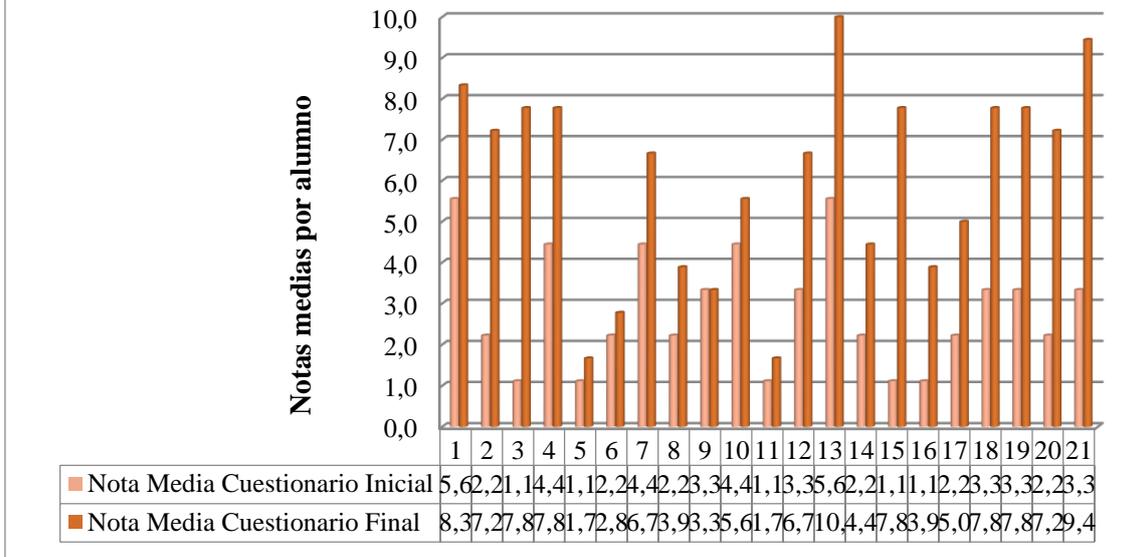


Figura 56: Evolución de aprendizaje en 4º D

En la mayoría de los casos se presenta una notable mejoría después de la intervención con mapas conceptuales especialmente en el curso 4º D, donde los alumnos en primer lugar obtuvieron unas notas excesivamente bajas y luego se consiguió un gran índice de aprobados. Esto es una prueba de la validez didáctica de los mapas conceptuales a la hora de llevar a cabo intervenciones de enseñanza aprendizaje de las ciencias.

Se acepta pues, que la metodología escogida ha resultado eficaz a la hora de inculcar los contenidos propuestos a los alumnos ya que se ha verificado con anterioridad con la hipótesis 3 que si existen diferencias entre las metodología tradicional y la metodología basada en el uso de mapas conceptuales.

5.6. Retroceso en el aprendizaje de los alumnos de 6° de Educación Primaria

Por último, en este apartado se exponen los resultados que se obtuvieron al volver a examinar a los alumnos escogidos para el trabajo de investigación realizado en el curso anterior 2013_2014, cuando cursaban 5° de primaria y que ahora cursan 6° de Primaria. Como se ha comentado anteriormente, a estos alumnos se les explicó el tema de la densidad mediante una metodología tradicional el año anterior cuando estaban en 5° de primaria. El objetivo que nos ha llevado a volver a repetirles el post-test diseñado para aquella experiencia es para verificar si los contenidos aprendidos han permanecido al promocionar de curso o si por el contrario han olvidado lo que aprendieron el año pasado. El cuestionario constaba de las mismas preguntas tanto en 5° como en 6°. La figura 57 muestra a continuación, los resultados de las dos pruebas realizadas por este conjunto. En azul claro se muestran las notas medias por pregunta que obtuvieron el año pasado cuando cursaban 5° de primaria, y en azul más oscuro se muestran las notas medias que han obtenido este año en las mismas preguntas.

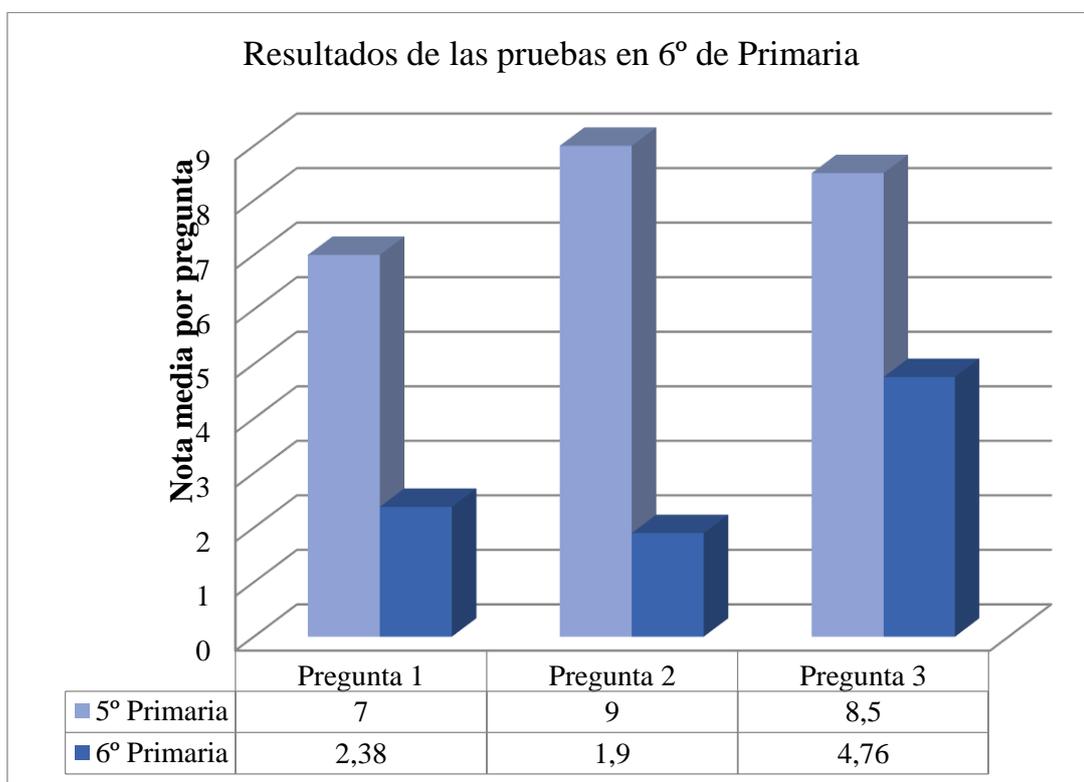


Figura 57: Resultados por preguntas en los alumnos de 6° de Primaria

Claramente se observa una involución por parte de estos alumnos, pues no recuerdan los contenidos trabajados con anterioridad del tema de la densidad de líquidos llegando por ejemplo a bajar de un 9 en la pregunta nº 2 a un 1,9. Del mismo modo ocurre en la pregunta nº 1, donde bajan de un 7 a un 2,38 o en la tercera, donde pasan de un 8,5 a un 4,76. Esto parece indicar que han olvidado los contenidos trabajados mediante la enseñanza tradicional, y que muy probablemente aprendieron de manera memorística y no significativa. Estos resultados refuerzan los expuestos en el apartado 5.3 donde también se muestran unas notas poco aceptables por parte de los alumnos del grupo de control del presente estudio, que también han seguido una metodología tradicional sólo que para trabajar el bloque de contenidos de la “materia” en esta ocasión.

Una vez expuesto lo anterior se puede confirmar la hipótesis general de este trabajo fin de máster: H1 *“Los alumnos que actualmente cursan 6º de Primaria, no recuerdan los contenidos trabajados durante el curso anterior del tema de la densidad de líquidos.”*

Queda claro que existe un olvido a lo largo del tiempo por ello, ante esto consideramos necesario reflexionar que los docentes han de tener en cuenta que el uso de metodologías innovadoras resultan de gran utilidad para mantener en el tiempo parte de los contenidos creándose así un aprendizaje significativo.

5.7. Resumen de los resultados globales

Finalmente, se cree conveniente aportar dos tablas resumen de todos los resultados obtenidos. Se muestran de forma una forma clara todos los resultados y comparaciones explicados brevemente:

Tabla 21: Resumen global de resultados

| RESUMEN ESTADÍSTICO | Hipótesis de contraste estadístico | ¿Se acepta o se rechaza? | Implicación para la investigación | Información adicional |
|---|---|---|--|-------------------------------------|
| Comparación grupos experimentales entre sí en el examen de pre-evaluación inicial | H_{0a} : NO Existen diferencias estadísticamente significativas en los resultados obtenidos en el examen de pre-evaluación inicial entre el grupo 4° A y 4° D | Se acepta la hipótesis | Se eligen como grupos experimentales | 7,75 7,45 (diciembre de 2014) |
| Comparación grupos de control entre sí en el examen de pre-evaluación inicial | H_{0b} : NO Existen diferencias estadísticamente significativas en los resultados obtenidos en el examen de pre-evaluación inicial entre el grupo 4° B y 4° C | Se acepta la hipótesis | Se eligen como grupos de control | 6,18 7,19 (diciembre de 2014) |
| Comparación grupos de control frente a grupos experimentales en el examen de pre-evaluación inicial | H_{0c} : NO Existen diferencias estadísticamente significativas en los resultados obtenidos en el examen de pre-evaluación inicial entre los grupos seleccionados como Experimentales y los grupos seleccionados como de Control | Se acepta la hipótesis | Todos los alumnos tienen unos conocimientos iniciales similares, es decir que el punto de partida para llevar a cabo la experiencia es común para todos los grupos | (diciembre de 2014) |
| Comparación grupos experimentales entre sí en el cuestionario de detección de ideas previas | H_{0d} : NO Existen diferencias estadísticamente significativas en los resultados obtenidos en el Cuestionario de detección de ideas previas entre los grupos seleccionados como Experimentales (4°A y 4°D) | Se rechaza la hipótesis, luego SI existen diferencias entre ambos grupos. Estas diferencias son más notorias en las Preguntas P1,P5 y P6, siendo los resultados de 4°A mejores que los de 4° D | En un principio, ambos grupos experimentales obtienen unos resultados muy bajos, dando lugar a la existencia de idea previas referentes al tema de la materia | 5,13 2,83 (Mayo de 2014) |

| | | | | |
|---|--|--|--|---------------------------------|
| Comparación grupos experimentales entre sí en el cuestionario final | H_{0e} : NO Existen diferencias estadísticamente significativas en los resultados obtenidos en el Cuestionario final entre los grupos seleccionados como Experimentales (4 ^º A y 4 ^º D) | Se acepta la hipótesis (Sólo hay leves diferencias en la P1 y P3) pero son de notas muy buenas a notas algo mejores | Ambos Grupos experimentales han mejorado sus conocimientos tras la intervención didáctica, lo que da idea de la utilidad de la misma en la práctica docente | 6,39 6,03 (Junio de 2014) |
| Comparación grupos de control entre sí en el cuestionario final | H_{0f} : NO Existen diferencias estadísticamente significativas en los resultados obtenidos en el Cuestionario final entre los grupos seleccionados como Control (4 ^º B y 4 ^º C) | Se acepta la hipótesis, no hay diferencias en los resultados de los grupos de control entre sí y además son muy malos resultados para ambos grupos | Los grupos de control han olvidado los conocimientos con el tiempo, lo que implica que el aprendizaje que realizaron en su día fue más memorístico que significativo | 2,55 2,52 (Junio de 2014) |
| Comparación grupos de control frente a grupos experimentales en el cuestionario final | H_{0g} : NO Existen diferencias estadísticamente significativas en los resultados obtenidos en el Cuestionario final entre los grupos seleccionados como Control (4 ^º B y 4 ^º C) frente a los grupos seleccionados como Experimentales (4 ^º A y 4 ^º D) | Se rechaza la hipótesis. Existen diferencias muy significativas entre las notas de ambos grupos. Concretamente los grupos experimentales (media 6,2) han obtenido mejores resultados que los grupos de control (Media de 2,5) | Es evidente que la intervención didáctica ha contribuido a esta mejora de resultados en los sujetos que forman el grupo experimental. Luego, existen diferencias entre la metodología tradicional frente a la metodología experimental basada en realizar una intervención didáctica con mapas conceptuales. | (Junio de 2014) |

Tabla 22: Resumen global de comparaciones

| <p>¿Hay evolución en el aprendizaje? ¿Ha sido significativo o memorístico?</p> | <p>Implicaciones en la investigación</p> |
|--|---|
| <p>Comparación entre las notas de los grupos experimentales en el cuestionario inicial frente a las notas del mismo grupo en el cuestionario final</p> | <p>Se presenta una notable mejoría después de la intervención con mapas conceptuales especialmente en el curso 4º D, donde los alumnos en primer lugar obtuvieron unas notas excesivamente bajas y luego se consiguió un gran índice de aprobados. Se acepta pues, que la metodología escogida ha resultado eficaz a la hora de inculcar los contenidos propuestos a los alumnos. Esto implica que el aprendizaje de contenidos mediante una metodología basado en mapas conceptuales ha sido significativo.</p> |
| <p>Comparación entre las notas de los grupos de control en el cuestionario inicial frente a las notas del mismo grupo en el cuestionario final</p> | <p>Se obtiene un retroceso en el aprendizaje obtenido por los alumnos de los grupos de control. Las puntuaciones vuelven a mostrar el olvido de los contenidos, pues solo en el caso de la pregunta nº 2 se ha conseguido dar una respuesta correcta por gran parte de los alumnos de los dos grupos. Esto implica que el aprendizaje de contenidos mediante una metodología tradicional ha sido a corto plazo y probablemente memorístico.</p> |
| <p>Comparación entre las notas de los alumnos de 6º de primaria en el cuestionario final frente a las notas del mismo grupo cuando cursaban 5º de primaria en año anterior en el mismo cuestionario final</p> | <p>Se observa una involución por parte de estos alumnos pues no recuerdan los contenidos del tema de la densidad de líquidos trabajados con anterioridad siguiendo una metodología tradicional. Estos alumnos presentan un descenso muy significativo en las calificaciones obtenidas llegando a bajar de un 9 en la pregunta nº 2 a un 1,9. Esto refuerza el resultado anterior, pudiéndose afirmar que el aprendizaje de contenidos mediante una metodología tradicional ha sido a corto plazo y probablemente memorístico.</p> |

6. CONCLUSIONES

Una vez expuesto todo el análisis de datos tanto de las editoriales como de los cuestionarios, se puede afirmar que se han logrado todos los objetivos propuestos para la realización de este trabajo final de máster.

En primer lugar, cabe destacar que el análisis de los libros de texto ha resultado de suma importancia para la creación de la intervención didáctica, sobre todo los temas de los libros pertenecientes a las editoriales Edebé y Santillana, ya que representan, en su mayoría, los contenidos requeridos para la posterior enseñanza del tema de “La materia”. Por otro lado, los diferentes mapas conceptuales muestran de forma más detallada la estructura total de los temas correspondientes. Gracias al atractivo visual de los mapas conceptuales y el exhaustivo análisis de los libros, se hace más fácil la comparación entre editoriales lo cual supone de gran ayuda para la consecución de los objetivos pertinentes.

En segundo lugar, los objetivos relacionados con la validez de las metodologías también se han logrado gracias, en parte, a la posibilidad de acceso al centro para pasar los distintos cuestionarios utilizados en este trabajo final de master. De este modo se han podido cumplir estos objetivos y comprobar las distintas hipótesis. A continuación se representa en forma de tabla el contraste de las hipótesis que nos hemos planteado:

Tabla 23: Contraste de las hipótesis del estudio

| HIPÓTESIS | ¿SE ACEPTA O SE RECHAZA? |
|--|--------------------------|
| H1: Los alumnos que actualmente cursan 6º de Primaria, no recuerdan los contenidos trabajados durante el curso anterior del tema de la densidad de líquidos. | SE ACEPTA |
| H2: Existen ideas previas erróneas en los alumnos de 5º de Primaria con respecto al tema de “La materia”. | SE ACEPTA |
| H3: Existen diferencias estadísticamente significativas entre la metodología tradicional frente a la metodología experimental basada en realizar una intervención didáctica con mapas conceptuales. | SE ACEPTA |
| H4: Hay diferencias relevantes en los distintos libros analizados a la hora de diseñar el tema “La materia”. | SE ACEPTA |

Finalmente, los resultados tratados anteriormente refuerzan nuestra opinión de la necesidad de complementar aquellas metodologías de enseñanza que sólo se limitan a la simple aportación de contenidos utilizando siempre los mismos materiales, sin ser estos materiales reforzados con otras actividades u otros recursos metodológicos.

Teniendo en cuenta estos resultados, podría afirmarse que uno de los motivos que dan lugar al olvido de los contenidos teóricos de ciencias es la forma de enseñarlos que tienen los docentes. Los alumnos tienden a caer en el olvido, por ello, es necesario que los modelos sobre la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias, en términos generales, hagan hincapié en aspectos relacionados con la motivación y el interés hacia el área. Esto podría conseguirse complementando estas metodologías tradicionales con actividades innovadoras y llamativas para los alumnos como son, por ejemplo los mapas conceptuales con recursos.

La comparación de resultados obtenidos en los dos grupos muestra el aumento significativo de contenidos referentes al tema de la materia por parte de los alumnos del grupo experimental con lo cual se verifica la validez que tienen los mapas conceptuales a la hora de adquirir conocimientos en el área de Conocimiento del Medio ya que los contenidos tratados en la intervención han sido asimilados de forma satisfactoria por parte del colectivo.

Finalmente se concluye, la necesidad de que los maestros, transmisores del conocimiento, planteen continuamente al alumno nuevas formas de aprender las ciencias para evitar pérdidas de interés desde las primeras etapas escolares.

7. LIMITACIONES Y LÍNEAS FUTURAS DE INVESTIGACIÓN

Hubiera resultado muy interesante intercambiar las metodologías utilizadas con el grupo experimental y el grupo de control y así poder comparar, dentro de un mismo grupo, los resultados que se obtienen de ambas formas. Sin embargo, por causas de disponibilidad, tanto por parte del centro como personal, nos ha resultado imposible llevar a cabo este estudio cruzado que hubiese completado los resultados de esta investigación y lo dejamos planteado como posible trabajo futuro.

Por otro lado, como las conclusiones obtenidas no pueden extrapolarse debido a la muestra tan específica escogida, otra vía interesante de investigación sería aplicar la metodología basada en el aprendizaje a través de mapas conceptuales a un número superior de centros educativos y poder obtener resultados que nos sirvan para comparar de manera más amplia los logros obtenidos con esta metodología tan activa.

Aún queda un largo camino hasta conseguir que este tipo de enseñanza sea adquirida por parte de muchos docentes y se lleve a cabo habitualmente en los centros escolares propiciando a los alumnos un aprendizaje significativo. Pero esto supondrá un cambio de mentalidad en la sociedad actual, que tanto aprovecha de los adelantos tecnológicos, pero a la que aún le cuesta aceptar que la innovación educativa en ciencia también es un medio para que nuestros alumnos puedan alfabetizarse científicamente de forma que no se olviden los conocimientos adquiridos con facilidad.

REFERENCIAS

- ARILLO, M.A. et al. (2013). *Las ideas científicas de los alumnos y alumnas de primaria: tareas, dibujos y textos*. Universidad Complutense de Madrid.
- ACEVEDO, J.A. (2004). Reflexiones sobre las finalidades de la enseñanza de las ciencias: educación científica para la ciudadanía. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 1(1), 3-15.
- ÁLVAREZ, M. & RISCO, V. (1987). *Concept Maps and Vee Diagrams: A Visual Representation of Children's Thinking*. Paper presented at AERA meetings, Washington, D.C.
- AUSUBEL, D. P. (1968). *Educational psychology: A cognitive viewpoint*. New York: Rinehart and Winston.
- AUSUBEL, D.P. (2000). *The Acquisition and Retention of Knowledge: a Cognitive View Dordrecht*. Boston: Kluwer Academic Publishers. Cañas, A. J., Ford, K. M., Novak, J. D., Hayes, P., Reichherzer, T. and Suri, N., 2001. Online concept maps: Enhancing collaborative learning by using technology with concept maps. *The Science Teacher*, 68(4), 49-51.
- BAIRD, J.R. (1997). Perceptions of challenge in science learning. *International Journal of Science Education*, 19(10), 1195-1209.
- BAKER, L. (1991). Metacognition, reading and science education, en Santa, C.M. y Alvermann, D. (Eds.), *Science learning: Processes and applications*. Newsdale, Delaware: International Reading Association.
- BARBERÁ, O. & VALDÉS, P. (1996). El trabajo práctico en la enseñanza de las ciencias: una revisión. *Enseñanza de las Ciencias*, 14(3), 365-379.
- BAROJAS, J. (1997). Enseñanza de las ciencias experimentales en el nuevo plan de estudios del Colegio de Ciencias y Humanidades (CCH) de la UNAM, en G. Waldegg y D. Block (coords.), *Estudios en didáctica*, México, COMIE/ Grupo editorial Iberoamérica, 161-170.
- BAVELAS, J.B. (1987). Permitting Creativity in Science, en Jackson, D.N. y Rushton, J.P. (Eds.). *Scientific Excellence*. Newbury Park: Sage.

- BRICKHOUSE, N. W., LOWERY, P. & SCHULTZ, K. (2000). What kind of a Girl Does Science? The Construction of School Science Identities. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(5), 441-458.
- CAAMAÑO, A. (1992). Los trabajos prácticos en ciencias experimentales. Una reflexión sobre sus objetivos y una propuesta para su diversificación. *Aula de innovación educativa* 9, 61-68.
- CALATAYUD, M.L., GIL, D. & GIMENO, J.V. (1992). Cuestionando el pensamiento docente espontáneo del profesorado universitario: ¿Las deficiencias en la enseñanza como origen de las dificultades de los estudiantes? *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 14, 71-81.
- CAMPANARIO, J.M. (1995). Los problemas crecen: a veces los alumnos no se enteran de que no se enteran. *Aspectos didácticos de Física y Química (Física)*, 6, 87-126. Zaragoza: ICE. Universidad de Zaragoza.
- CAMPANARIO, J.M. (1996). Using Citation Classics to study the incidence of serendipity in scientific discovery. *Scientometrics*, 37, 3-24.
- CAMPANARIO, J.M. & MOYA, A. (1999). ¿Cómo enseñar ciencias? principales tendencias y propuestas. *Enseñanza de las Ciencias*, 17(2), 179-192.
- CAÑAS, A.J., FORD, K.M., COFFEY, J., REICHERZER, T., CARFF, R., SHAMMA, D., & BREEDY, M. (2000). Herramientas para Construir y Compartir Modelos de Conocimiento basados en Mapas Conceptuales [Tools for Building and Sharing Knowledge Models Based on Concept maps]. *Revista de Informática Educativa*, 13(2), 145-158.
- CAÑAS, A.J., COFFEY, J.W., CARNOT, M.J., FELTOVICH, P., HOFFMAN, R.R., FELTOVICH, J. et al. (2003). A summary of literature pertaining to the use of concept mapping techniques and technologies for education and performance support. Report from the Institute for Human and Machine Cognition.
- CAÑAS, A. J., HILL, G., & LOTT, J. (2003b). *Support for constructing knowledge models in CmapTools* (Technical Report No. IHMC CmapTools 2003-02). Pensacola, FL: Institute for Human and Machine Cognition.

- CHACÓN RAMÍREZ, S. (2006): *El papel mediador docente y el uso de CmapTools como herramienta acompañante*. En OTOYA CAVARÍA, M. & DÍAZ PORRAS R. A. (2006): “Aprendizaje Virtual y Desarrollo Sostenible: El Rol de las Universidades”. Memoria III Conferencia Internacional ELAC. Centro Internacional de Política Económica para el Desarrollo Sostenible. Universidad Nacional, Costa Rica.
- COFFEY, J.W., HOFFMAN, R., CAÑAS, A.J. & FORD, K.M. (2002). A Concept Map – Based Knowledge modeling approach to Expert Knowledge Sharing. *IKS. The IASTED International Conference on Information and Knowledge Sharing*, November. Virgin Islands.
- COLL, C. (1990): *Aprendizaje escolar y construcción del conocimiento*. Madrid: Paidós.
- COUSO, D., JIMÉNEZ, M. P., LÓPEZ-RUIZ, J., MANS, C., RODRÍGUEZ, C., RODRÍGUEZ, J. M., & SANMARTÍ, N. (2011). Informe ENCIENDE: Enseñanza de las Ciencias en la Didáctica escolar para edades tempranas en España.
- DE PRO, A. (1998b). ¿Se pueden enseñar contenidos procedimentales en las clases de ciencias? *Enseñanza de las Ciencias*, 16(1), 21-41.
- DEL POZO, R. M. (2013). *Las ideas" científicas" de los alumnos y alumnas de Primaria: tareas, dibujos y textos*. Universidad Complutense.
- DIEGO-RASILLA, F. J. (2004): El método científico como recurso pedagógico en el bachillerato: haciendo ciencia en clase de Biología. *Pulso*, 27, 111-118.
- DECRETO 82/2007, de 24 de abril, por el que se establece el Currículo de Educación primaria para la Comunidad Autónoma de Extremadura.
- DEL CARMEN, L. & JIMÉNEZ ALEIXANDRE, M.P. (1997). Libros de texto: un recurso flexible. *Alambique*, 11, 7-14.
- DIEGO-RASILLA, F.J. (2007). La investigación-acción como medio para innovar en las ciencias experimentales. *Pulso*, 30, 103-118.
- FENSHAM, P.J. (2004). Beyond Knowledge: Other Scientific Qualities as Outcomes for School Science Education. En Janiuk, R.M. y Samonek-Miciuk,

- E. (Eds.), *Science and Technology Education for a Diverse World - dilemmas, needs and partnerships*. International Organization for Science and Technology Education (IOSTE) XIth Symposium Proceedings (pp. 23-25). Lublin, Poland: Maria Curie-Sklodowska University Press.
- FERNÁNDEZ, M.T., TUSET, A. M., PÉREZ, R. & LEYVA, A. (2009). Concepciones de los maestros sobre la enseñanza y el aprendizaje y sus prácticas educativas en clases de ciencias naturales. *Enseñanza de las ciencias*, 27(2), 287-298.
 - FRASER, K. & EDWARDS, J. (1985). The Effects of Training in Concept Mapping on Student achievement in Traditional Classroom Tests. *Research in Science Education*, 15, 158-165.
 - FUATAI, K. (1986). *Use of Vee Maps and Concept Maps in the Learning of Form Five Mathematics in Samoa College Western Samoa*. Unpublished Master's thesis. (Corriell University, Department of Education: Ithaca, NY).
 - GARCÍA BARROS, S. & MARTÍNEZ LOSADA, C. (2003): Análisis del trabajo práctico en textos escolares de Primaria y Secundaria. *Enseñanza de las Ciencias*, número extra, 5-16.
 - GARCÍA- RUIZ, M., & SÁNCHEZ, L. O. (2008). Orientando un cambio de actitud hacia las ciencias naturales y su enseñanza en profesores de educación primaria. *REEC: Revista electrónica de enseñanza de las ciencias*, 7(3), 3.
 - GARRIDO, A. (2008). *Conocimiento del Medio 4*. Barcelona: Edebé. ISBN: 978-84-236-8930-9.
 - GERZINA, T.M. et al. (2003). Student use and perceptions of different learning aids in a Problem-Based Learning (PBL) dentistry course. *Journal of Dental Education*, 67(6), 641-53.
 - GIL, D. (1993). Contribución de la historia y la filosofía de las ciencias al desarrollo de un modelo de enseñanza aprendizaje de las ciencias como investigación. *Enseñanza de las Ciencias*, 11(2), 197-212.
 - GIL, D. (1994). Relaciones entre conocimiento escolar y conocimiento científico. *Investigación en la Escuela*, 23, 17-32.

- GIORDAN, A. & DE VECCHI, G. (1987). *Les origines du savoir. Des conceptions des apprenants aux concepts scientifiques*. Neuchatel: Delachaux et Niestlé SA. (Trad. cast. *Los orígenes del saber. De las concepciones de los alumnos a los conceptos científicos*. Sevilla: Díada Editora, 1988).
- GÓMEZ, I., IZQUIERDO, M. & SANMARTÍ, N. (1990). Los procedimientos. *Cuadernos de Pedagogía*, 180, 28-31.
- GÓMEZ, R. & VALBUENA, R. (2008). *Conocimiento del Medio 4*. España: Anaya. ISBN: 8466766820
- GONZÁLEZ, F.M. (1992). Los mapas conceptuales de J.D. Novak como instrumentos para la investigación en didáctica de las ciencias experimentales. *Enseñanza de las ciencias*, 10(2), 148-158.
- GONZÁLEZ-DÁVILA, M., LÓPEZ RAMOS, C., SÁNCHEZ ROBLES, S., DE AGÜERO ORMAZA, A. G. & ARLANZÓN LÁZARO, V. (1998): *Aproximación didáctica al estudio de la naturaleza*. Madrid: La Muralla, S. A.
- GONZÁLEZ GARCÍA, F. M. (Eds.) (2008). *El Mapa Conceptual y el Diagrama V. Recursos para la Enseñanza Superior en el Siglo XXI*, Madrid: Narcea.
- GONZÁLEZ GARCÍA, F.M, GURUCEAGA ZUBILLAGA, A., PPOZUETA MENDIA, E. & LARA GONZÁLEZ, R. (2009). Making visible good teaching practices of a university lecturer by using concept mapping. International Association for the Development of Advances in Technology – IADAT. *5th IADAT International Conference on Education*, Bilbao (Spain), June 24-26, 2009.
- GONZÁLEZ, F.M & JÁUREGUI, F. (1992). Actas del *Congreso Internacional sobre didácticas específicas en la formación del profesorado*. Santiago de Compostela.
- GONZÁLEZ, F. M., MORÓN, C. & NOVAK, J. D. (2001). *Errores Conceptuales. Diagnósis, Tratamiento y Reflexiones*. Pamplona: Ediciones iEunate.

- GONZÁLEZ, F.M. & NOVAK, J.D. (1996). *Aprendizaje significativo. Técnicas y aplicaciones* (2ª ed.). Madrid: Ediciones Pedagógicas.
- GONZÁLEZ, F. M. & ZUASTI, J. (2008). “The Running of the Bulls. A Practical Use of Concept Mapping to Capture Expert Knowledge”, *Proceedings of 3rd International Conference on Concept Mapping*, Tallin, Helsinki, 242-245.
- GOWIN, D.B. (1981). *Educating*. Cornell University Press: Ithaca, NY.
- GURUCEAGA, A. (2001). *Ikaskuntza esanguratsua eta ingurugiro hezkuntza (Aprendizaje significativo y educación ambiental)*. (Tesis doctoral inédita). Universidad Pública de Navarra, Nafarroako Unibertsitate Publikoa.
- GURUCEAGA, A. & GONZÁLEZ, F.M. (2004). Aprendizaje significativo y educación ambiental: análisis de los resultados de una práctica fundamentada teóricamente. *Enseñanza de las Ciencias*, 22(1), 115-136.
- HARLEN, W. & HOLROYD, C. (1997). Primary teachers' understanding of concepts of science: impact on confidence and teaching. *International Journal of Science Education*, 19(1), 93-105.
- HEWITT P. (2004). The three stages of learning. *Physics World* (September) 16-17.
- HODSON, D. (1994). Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. *Enseñanza de las Ciencias*, 12, 299-313.
- HODSON, D. (1996). Practical work in school science: exploring some directions for change. *Int. J. Sci. Educ.*, 18(7), 755-760.
- HORTON, P.B., McCONNAY, A.A., GALLO, M., WOODS, A.L., SENN, G.J. & HAMELIN, D. (1993). An investigation of the effectiveness of concept mapping as an instructional tool. *Sci Educ* 77, 95–111
- IZQUIERDO, M. et al. (1994-98). Projecte «Ciències 12-16». Barcelona: Departament d'Ensenyament.
- JALIL, A.M. & PEME ARANEGA, C. (2010). Pósters y mapas conceptuales como recursos para la enseñanza de las ciencias. *Didáctica y Educación*, 1, 13-18.

- JENKINS, E. W. (2006). The Student Voice and School Science Education. *Studies in Science Education*, 42, 49-88.
- JIMÉNEZ, M.P. et al. (2009): *Actividades para trabajar el uso de pruebas y la argumentación en ciencias*. Santiago de Compostela: Danú.
- JIMÉNEZ VALLADARES, J.D. (2000). Análisis de los libros de texto, en Perales, F.J. y Cañal, P. (eds.). *Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 307-322. Alcoy: Marfil.
- JIMÉNEZ VALLADARES, J.D. & PERALES, F. J. (1997). Propuesta taxonómica para un análisis de las ilustraciones en los textos de física y química, en Jiménez Pérez, R. y Wamba Aguado, A. M. (Eds.). *Avances en la didáctica de las ciencias experimentales*, 519-528. Huelva: Universidad de Huelva.
- JONES, M. G., CARTER, G., & RUA, M. (1999). Exploring the development of conceptual ecologies: Communities of concepts related to convection and heat. *Journal of Research in Science Teaching*, 37, 139-159
- KARPLUS, R. (1969). *Introductory Physics: A Model Approach*. Nueva York. Benjamin.
- KARPLUS, R., LAWSON, A. E., WOLLMAN, W., APPEL, M., BERNOFF, R., HOWE, A., RUSCH, J. J. & SULLIVAN, F. (1977). *Science Teaching and the Development of Reasoning*. Berkeley, CA. Regents of the University of California.
- LARA, J. & LARA, L. (2004). Recursos para un aprendizaje significativo. *Enseñanza*, 22, 341-368.
- LEE, O. & PORTER, A. C. (1993). A teacher's bounded rationality in middle school science. *Teaching and Teacher Education*, 9(4), 397-409.
- LEMOS, E.S., MOREIRA, M.A. & MENDOÇA, C.D. (2008). Learning with concept maps: an analysis of a teaching experience on the topic of reptiles with 15-year-old students at a secondary school. In: Cañas, A.J.; Reiska, P.; Åhlberg, M.K.; Novak, J.D. (2008). *Proceedings of the Third International Conference on Concept Mapping*. Põltsamaa: OÜ Vali Press.

- LENOX, R.S. (1985). Education for the serendipitous discovery. *Journal of Chemical Education*, 62, 283-285.
- LINDER, C. (1993). A challenge to conceptual change. *Science Education*, 77, 293-300.
- MARTÍN, M. (2003). Metáforas y simulaciones: alternativas para la didáctica y la enseñanza de las ciencias. *Revista electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 2(3), 377-398.
- MARTÍN GORDILLO, M. (2003). *La Cocina de Teresa. Simulación educativa de un caso CTS sobre la automatización y el empleo*. Madrid: OEI. [Edición digital, ISBN: 84-7666-153-3]
- MARTÍNEZ, C., GARCÍA, S., VEGA, P. & MONDELO, M. (1999). Enseñar ciencias en educación primaria: ¿Qué tipos de actividades realizan los profesores? En: Martínez, C.; García, S. (Ed.). *La didáctica de las ciencias. Tendencias actuales*. Coruña: S. Publicaciones Universidad, 1999, 199-210.
- MARTÍNEZ, G., NARANJO, F.L., PÉREZ, A.L., SUERO, M.I., & PARDO, P.J. (2011). Comparative study of the effectiveness of some learning environments: hyper-realistic virtual simulations, traditional schematic simulations and traditional laboratory. *Physical Review Special Topics - Physics Education Research*, 7 (2) 020111-1- 020111-12.
- MARTÍNEZ, G., PÉREZ, Á. L., SUERO, M. I., & PARDO, P. J. (2013). The effectiveness of concept maps in teaching physics concepts applied to engineering education: Experimental comparison of the amount of learning achieved with and without concept maps. *Journal of Science Education and Technology*, 22(2), 204-214.
- MARTÍNEZ, G., NARANJO, F.L., CAÑADA, F., MELO, L. (2014a). Teaching Physics in elementary education: Design and Planning of a Workshop of Recreational Physic. “GIREP-MPTL International Conference on Teaching/Learning Physics: Integrating Research into Practice”, Palermo, Italy.
- MARTÍNEZ, G., NARANJO, F.L., CAÑADA, F., MELO, L. (2014b). La física recreativa como recurso didáctico de enseñanza y aprendizaje para los maestros

- en formación. “FÍSICA 2014 – 19ª Conferência Nacional de Física e 24º Encontro Ibérico para o Ensino da Física”, Lisboa.
- MARTÍNEZ, G., CAÑADA, F., SÁNCHEZ, J., GONZÁLEZ, D., NARANJO, F.L. (2014c). Enseñando el concepto de densidad a los maestros en formación. “FÍSICA 2014 – 19ª Conferência Nacional de Física e 24º Encontro Ibérico para o Ensino da Física”, Lisboa.
 - MÁRQUEZ, R. (1996) Las experiencias de cátedra como apoyo en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física. *Revista Española de Física*, 10(1), 36-40.
 - MELÉNDEZ, I., LABARTA, P. & ALONSO, J. (2005). *Conocimiento del medio 4*. España: SM. ISBN: 9788467523782
 - MELLADO JIMÉNEZ, V., et al. (2014). Las emociones en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las ciencias*, 32, pp.11-36.
 - MOREIRA, M. A. (1997). Aprendizagem Significativa: um conceito subyacente. En M.A. Moreira, C. Caballero Sahelices y M.L. Rodríguez Palmero, Eds. *Actas del II Encuentro Internacional sobre Aprendizaje Significativo*. Servicio de Publicaciones. Universidad de Burgos. Págs. 19-44.
 - MOREIRA, M.A. (2005). Aprendizaje significativo crítico. *Indivisa, Boletín de Estudios de Investigación*, 6, 83-101.
 - MORIN, E. (2001). *Los siete saberes necesarios para la educación del futuro*. Barcelona, España: Paidós.
 - MUNRO, M. & ELSOM, D. (2000). *Choosing science at 16: The influence of science teachers and careers advisers on students' decisions about science subjects and science technological careers*. Cambridge: National Institute for careers education and Counselling/ Careers Research and Advisory Centre.
 - MURPHY, C. & BEGGS, J. (2006). Children perceptions of school science. *School Science Review*, 84(308), 109-116.
 - NESBIT, J.C. & OLUSOLA, O. (2006). Learning With Concept and Knowledge Maps: A Meta-Analysis. *Review of educational research*, 76(3), 413-448.

- NIEDA, J. (1994). Algunas minucias sobre los trabajos prácticos en secundaria. *Alambique*, 2, 15-20.
- NOVAK, J. D. (1977). *A theory of education*. Ithaca, NY: Cornell University Press.
- NOVAK, J. D. (1982). *Teoría y práctica de la educación*. Universidad de Madrid. España: Alianza.
- NOVAK, J.D. (1985). Metaleaming and Metaknowledge Strategies to Help Students Learn How to Learn, en Leo West y Leon Pines (eds.), *Cognitive Structure and Conceptual Change*. (In the Educational Psychology Series). (Academic Press: Orlando, Florida), 189-209.
- NOVAK, J.D. (1988). Constructivismo Humano: Un Consenso Emergente. *Enseñanza de las Ciencias*, 6(3), 213-223.
- NOVAK, J. D. (1990). Concept maps and vee diagrams: Two metacognitive tools for science and mathematics education. *Instructional Science*, 19, 29-52.
- NOVAK, J. D. (1993). Human constructivism: A unification of psychological and epistemological phenomena in meaning making. *International Journal of Personal Construct Psychology*, 6, 167-193.
- NOVAK, J. D. (1998). *Learning, creating and using knowledge: Concept maps as facilitative tools in schools and corporations*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- NOVAK, J. D. (2002). Meaningful learning: The essential factor for conceptual change in limited or appropriate propositional hierarchies (liphs) leading to empowerment of learners. *Science Education*, 86(4), 548-571.
- NOVAK, J. D., & CAÑAS, A. J. (2005). Construyendo sobre Nuevas Ideas Constructivistas y la Herramienta CmapTools para Crear un Nuevo Modelo para Educación. Technical Report of Florida Institute for Human and Machine Cognition. En <http://www.ihmc.us/>
- NOVAK, J. D. & CAÑAS, A. J. (2007). La Teoría Subyacente a los Mapas Conceptuales y a Cómo construirlos, Reporte Técnico IHMC CmapTools 2006-01, Florida Institute for Human and Machine Cognition, 2006, disponible en:

<http://cmap.ihmc.us/Publications/ResearchPapers/TheoryUnderlyingConceptMaps.pdf>”

- NOVAK, J. D. & GOWIN, B. D. (1984). *Learning how to learn*. Cambridge University Press, Cambridge.
- NOVAK, J. D., & MUSONDA, D. (1991). A twelve-year longitudinal study of science concept learning. *American Educational Research Journal*, 28(1), 117-153.
- NOVAK, J. D., & WANDERSEE, J. (1991). Coeditors, special issue on concept mapping. *Journal of Research in Science Teaching*, 28(10), 12-18.
- NÚÑEZ, J. (2000). Lo que la educación científica no debería olvidar: Rigor, objetividad y responsabilidad social. Recuperado el 16 de marzo de 2005, de <http://www.campus-oei.org/salactsi/nunez05.htm>
- OECD. (2006). *Evolution of Student Interest in Science and Technology Studies*. Policy Report.
- OLITSHY, S. & MILNE, C. (2012). Understanding engagement in science education: The psychological and the social. En B.J. Fraser, K.G. Tobin y C.J. McRobbie (Eds.). *Second International Handbook of Science Education*. Dordrecht: Springer, 19-33.
- OLIVA, J.M., MATOS, J. & ACEVEDO, J.A. (2004). Las exposiciones científicas escolares y su contribución al desarrollo profesional docente de los profesores participantes. En I.P. Martins, F. Paixão y R. Vieira (Org.), *Perspectivas Ciência-Tecnologia-Sociedade na Inovação da Educação em Ciência*, 189- 193. Universidade de Aveiro: Aveiro (Portugal)
- ONTORIA, A., BALLESTEROS, A. et al. (1995). Mapas conceptuales. Una técnica para aprender (4ta. Ed.). Madrid.
- OTERO, J.C. (1990). Variables cognitivas y metacognitivas en la comprensión de textos científicos: el papel de los esquemas y el control de la propia comprensión. *Enseñanza de las Ciencias*, 8, 17-22.

- OTERO, J.C. & CAMPANARIO, J.M. (1990). Comprehension evaluation and regulation in learning from science texts. *Journal of Research in Science Teaching*, 27, 447-460
- PARCERISA, A. (1996). *Materiales curriculares. Cómo elaborarlos, secuenciarlos y usarlos*. Barcelona: Graó.
- PARDO SANTANO, P. (2004): ¿Qué actividades proponen los libros de texto elaborados para enseñar Geología? *Pulso*, 27, 49-60.
- PERALES, F. J. (2000). *Resolución de problemas*. Madrid: Síntesis.
- PÉREZ GÓMEZ, A. (1983). Paradigmas contemporáneos de investigación didáctica, en Gimeno, J. y Pérez, A. *La enseñanza: su teoría y su práctica*. Madrid: Akal.
- PINTRICH, P.R., MARX, R.W. & BOYLE, R.A. (1993). Beyond cold conceptual change: the role of motivational beliefs and classroom contextual factors in the process of conceptual change. *Review of Educational Research*, 63(2), 167-199.
- PORLÁN, R. (1998). Pasado, presente y futuro de la didáctica de las Ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 16(1), 175-185.
- PORLÁN, R. & MARTÍN DEL POZO, R (1996). Ciencia, profesores y enseñanza: unas relaciones complejas. *Alambique*, 8, 23-32.
- POZO, J. I. & GÓMEZ CRESPO, M.A. (1998). *Aprender y enseñar ciencia*. Madrid: Morata.
- POZO, J. I. (2002). La adquisición del conocimiento científico como un proceso de cambio representacional. *Investigações em ensino de ciências*.
- POZO, J. I., SCHEUER, N., MATEOS, M. & PÉREZ, M. P. (2006). Las teorías implícitas sobre el aprendizaje y la enseñanza, en Pozo, J.I., Scheuer, N., Pérez, M.P., Mateos, M., Martín, E. y De La Cruz, M. *Nuevas formas de pensar la enseñanza y el aprendizaje*, 95-132. Barcelona: Graó.

- QUINN, H.J., MINTZES, J.J. & LAWS, R.A. (2004) Successive concept mapping: assessing understanding in college science classes. *J. Coll Sci Teach*, 33(3), 12–16
- RAMÍREZ, L. (2008). El nuevo paradigma de la Educación Superior a Distancia. Algunos criterios para el porvenir. *Revista Cognición*, 13, 18-40. Edición especial II CONGRESO CREAD ANDES y II ENCUENTRO VIRTUAL EDUCA UTP, Loja, Ecuador.
- RODRIGO, M., MARTÍN, R., MARTÍNEZ, M., VARELA, P., FERNÁNDEZ, M. & GUERRERO, A. (2000). Un estudio sobre el profesor de ciencias en educación secundaria y unas propuestas para mejorar su formación. *Revista de Educación*, 321, 291-314.
- SÁNCHEZ, G.V. & VALCÁRCEL, M. V. (1999). Science teachers' views and practices in planning for teaching. *Journal of Research in Science Teaching*, 36(4), 493- 513.
- SJOBERG, S. & LIE, S. (1981). Ideas about force and movement among Norwegian pupils and students. Report 81-11, Institute of Physics Report Series, University of Oslo, Norway.
- S.L. SANTILLANA EDUCACIÓN (2008). *Conocimiento del Medio 4*. España: Santillana. ISBN: 8429460055
- STEWART, J., VAN KIRK, J. & ROWELL, R. (1979). Concept Maps: A Tool for Use in Biology Teaching. *The American Biology Teacher*, 41(3), 171-175.
- SYMINGTON, D. & NOVAK, J.D., 1982. Teaching Children How to Learn. *The Educational Magazine*, 39(S), 13-16.
- TAMIR, P. & GARCÍA, M. (1992). Características de los ejercicios de prácticas de laboratorio incluidos en los libros de texto de ciencias utilizados en Cataluña. *Enseñanza de las Ciencias*, 10(1), 3-12.
- TORRES, M.I. (2010). La enseñanza tradicional de las ciencias versus las nuevas tendencias educativas. *Revista Electrónica Educare*, 14(1), 131-142.
- VÁZQUEZ, A. & MANASSERO, M.A. (2004, en prensa). La ciencia escolar vista por los estudiantes. *Bordón* (pendiente de publicación).

- VÁZQUEZ, A. & MANASSERO, M.A. (2007). *La relevancia de la educación científica*. Universitat de les Illes Balears: Palma de Mallorca: (Servei de Publicacions i Intercanvi Científic).
- VÁZQUEZ, A & MANASSERO, M.A. (2007). En defensa de las actitudes y emociones en la educación científica (I): evidencias y argumentos generales. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 4(2), 247-271.
- VÁZQUEZ, A. & MANASSERO, M. A. (2011). El descenso de las actitudes hacia la ciencia de chicos y chicas en la educación obligatoria. *Ciencia & Educaçao*, 17(2), 249-268. Brasil: Universidad de Pontificia. Recuperado el 7 de julio, 2013.
- VÁZQUEZ, A., ACEVEDO, J.A. & MANASSERO, M.A. (2005). Más allá de la enseñanza de las ciencias para científicos: hacia una educación científica humanística. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 4(2).
- VIENNOT, L. (1979). Spontaneous reasoning in elementary dynamics. *European Journal of Science Education*, 1(2), 202-222.
- VILCHES, A. & FURIÓ, C. (1999). *Ciencia, Tecnología y Sociedad: implicaciones en la educación científica para el siglo XXI*. Madrid: OEI. En <http://www.campus-oei.org/salactsi/ctseduccion.htm>
- VIGOTSKY, L. (1934). *Pensamiento y lenguaje*. Buenos Aires: Pléyade.
- WHEATLEY, G.H. (1991). Constructivist perspectives on science and mathematics learning. *Science Education*, 75(1), 9-21.
- WHITE, R.T. (1996). The link between laboratory and learning. *Int. J. Sci. Educ.*, 18(7), 761-774.