



UNIVERSIDAD DE BURGOS

FACULTAD DE EDUCACIÓN

Trabajo Fin de Grado

APRENDIZAJE POR INDAGACIÓN EN EDUCACIÓN
PRIMARIA:
ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE DATOS Y
DESARROLLO DE MODELOS

LEARNING BY RESEARCH IN PRIMARY EDUCATION:
ANALYSIS AND INTERPRETATION OF DATA AND
DEVELOPMENT OF MODELS

PARA OPTAR AL TÍTULO DE
GRADO EN MAESTRO DE EDUCACIÓN PRIMARIA

AUTOR

IZQUIERDO MIRANDA, FERNANDO

DIRECTORA

GRECA DUFRANC, ILEANA MARÍA

BURGOS, 2016

Agradecimientos

A mi tutora Ileana por su paciencia y apoyo incondicional.

Muchas gracias.

ÍNDICE

1. RESUMEN, PALABRAS CLAVE Y ABSTRACT	2
2. INTRODUCCIÓN	4
2.1. Justificación	4
2.2. Objetivos y estructura del trabajo	5
3. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	7
3.1. Análisis e interpretación de datos	11
4. PROPUESTA DIDÁCTICA POR INDAGACIÓN DENTRO DE UN ABORDAJE STEM	13
5. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	18
5.1. Contexto del aula	18
5.2. Investigación-acción	19
5.3. Técnicas de análisis	21
6. RESULTADOS VINCULADOS A LAS PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN	24
7. CONCLUSIONES	37
8. REFERENCIAS	43
9. COMPETENCIAS	47
10. ANEXOS	50
Anexo 1 – UD sobre masa, volumen y densidad	50
Anexo 2 – Cronograma UD	91
Anexo 3 – Rúbrica de evaluación UD	92
Anexo 4 – Prueba de evaluación.....	94
Anexo 5 – Grupos de trabajo de los alumnos	96
Anexo 6 – Evolución de los gráficos (pregunta de investigación 1: análisis cualitativo)	96

1. RESUMEN, PALABRAS CLAVE, ABSTRACT

Resumen

En el presente TFG elaboramos y exponemos una investigación sobre como los estudiantes desarrollan su aprendizaje en ciencias, a través del uso de la metodología de la indagación centrándonos en la obtención, representación, interpretación y análisis de datos. A su vez también tenemos el objetivo de estudiar si los alumnos son capaces, una vez finalizada la Unidad Didáctica, de alcanzar y desarrollar modelos aplicables y que den sentido a otros fenómenos y situaciones de la vida cotidiana. Para ello diseñamos la secuencia didáctica “Masa, volumen y densidad: vinculación con la estructura de la materia” para 5º curso de Educación Primaria. Partimos de situaciones/preguntas problema que permitan iniciar al alumnado un proceso de aprendizaje práctico basado fundamentalmente en la indagación, la experimentación y la verificación de hipótesis. Contamos con un grupo-clase de 24 alumnos, de los cuales todos participan en la indagación. Con el fin de valorar los resultados y obtener las conclusiones pertinentes, se realiza un análisis tanto cualitativo como cuantitativo del material (gráficos, fichas, modelos, grabaciones, etc.) obtenido tras la aplicación y puesta en práctica de la Unidad Didáctica. Los resultados permiten constatar diferencias significativas tanto en el grado de destreza alcanzado por los alumnos a la hora de trabajar con datos y desarrollar modelos como en la variedad de niveles de evolución y mejora del aprendizaje dependiendo del grupo de estudiantes que estemos estudiando.

Palabras clave

Escuela primaria, Indagación, método científico, masa, volumen, densidad, datos, modelos, investigación-acción.

Abstract

In the present final degree project we develop a research about how primary school students develop their learning in science, using the inquiry teaching methodology. We focused in aspects related with the representation, interpretation and data analysis. In turn, we also studied if the pupils are able to develop models for being applied to other phenomena and situations of the everyday life. For these objectives we designed the didactic sequence “Mass, volume and thickness: links with the structure of the matter” for the 5th year of Primary education. The sequence uses problems that allow students to

initiate a practical learning process based fundamentally on inquiry, experimentation and the cross-check of hypothesis. We developed the unit with a group - class of 24 pupils. We developed both qualitative and quantitative analysis of the research material (graphs, cards, models, recordings, etc.) obtained after the application of the Didactic Unit. The results seem to show significant differences in the level reached by the pupils in the representation, interpretation and data analysis and the development of models after instruction, although the degree of evolution and progress reached by each student vary.

Keywords

Elementary School, inquiry, scientific method, mass, volume, density, data, models, action research methodology.

2. INTRODUCCIÓN

2.1. Justificación

El aprendizaje de las ciencias y de las matemáticas resulta fundamental para el desarrollo íntegro de los alumnos de Educación Primaria (López Sancho, 2003; Atrio Cerezo, 2010). El presente trabajo resalta la importancia de utilizar el método científico en las aulas y centros escolares a fin de promover un proceso de enseñanza-aprendizaje lo más adaptado posible a la formación que necesitan los alumnos para desenvolverse satisfactoriamente en el mundo que nos rodea.

Tal y como cita la *Orden EDU/519/2014*, la Ciencia es un instrumento indispensable para comprender el mundo que nos rodea y sus cambios. En la misma línea y dentro del área de matemáticas, se resalta la importancia de la resolución de problemas como eje para poder desarrollar una conciencia crítica, reflexionar, buscar soluciones y alternativas a las situaciones que surgen, etc. Para lograr dar respuesta a estas cuestiones y por consiguiente a las necesidades y demandas del alumnado, a lo largo de todo este trabajo subyacen unas ideas y ejes vertebradores evidentes:

- La interconexión de ciencias, matemáticas y tecnología: STEM.
- El trabajo en grupo: reparto de roles y tareas.
- Una línea de aprendizaje que destaque la importancia del método científico, basada en la indagación.
- Una acción docente basada en el método de investigación-acción.

Estas ideas centrales también tienen vinculación con las competencias clave del currículo. Por esta razón, este trabajo trata de resaltar la importancia que tiene para la formación de los alumnos el desarrollo (principalmente) de las siguientes competencias: competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología, aprender a aprender y sentido de iniciativa y espíritu emprendedor.

Cabe destacar que varios estudios e investigaciones (Anderson, 2002; Gil, 1993; Rabadán, 1998) señalan que a pesar de las diferentes reformas educativas y numerosos esfuerzos formativos, buena parte del profesorado se sigue posicionando en modelos basados en la transmisión-recepción, siendo minoría el que se sitúa en modelos de

indagación o de investigación dirigida. La secuencia de aprendizaje que se describe en este trabajo se desarrolla siguiendo la programación didáctica planteada así como los contenidos y objetivos establecidos en el currículo pero optando por utilizar una metodología alternativa a la “enseñanza tradicional” (en la que el protagonista es el profesor y no el alumno), centrada en la participación y la autonomía de los alumnos como responsables de su propio aprendizaje; es decir se trata de introducir un modelo de enseñar ciencia basado, entre otros aspectos, en la elaboración de hipótesis y en su contraste experimental.

2.2. *Objetivos y estructura del trabajo*

El presente Trabajo Fin de Grado (TFG) tiene por objeto estudiar la enseñanza de las ciencias naturales en Educación Primaria a través de la metodología de indagación a fin de analizar las ventajas e inconvenientes de su aplicación. Concretamente, el objetivo fundamental consiste en utilizar un modelo de Unidad Didáctica sobre “la masa, el volumen y la densidad (vinculándola a la estructura de la materia)” a fin de:

1. Estudiar como los alumnos se apropian de la recogida, análisis e interpretación de datos de la experimentación que les permita desarrollar y crear modelos.
2. Analizar y evaluar si los estudiantes son capaces de desarrollar “modelos” a partir de lo trabajado en la secuencia indagatoria.

Estos objetivos han sido seleccionados teniendo en cuenta los criterios de evaluación y estándares de aprendizaje evaluables de la *Orden EDU/519/2014* para el área de Ciencias de la Naturaleza (Bloque 1. Iniciación a la actividad científica):

<u><i>Criterios de evaluación</i></u>	<u><i>Estándares de aprendizaje evaluables</i></u>
<p>Establecer conjeturas tanto respecto de sucesos que ocurren de una forma natural como sobre los que ocurren cuando se provocan, a través de un experimento o una experiencia</p> <p>Utilizar diferentes técnicas de exposición oral y escrita de los resultados obtenidos tras la realización de diversas experiencias, presentándolos con apoyos gráficos.</p> <p>Realizar proyectos y presentar informes.</p>	<p>Busca, selecciona y organiza información concreta y relevante, la analiza, obtiene conclusiones, comunica su experiencia, reflexiona acerca del proceso seguido y lo comunica oralmente y por escrito.</p> <p>Realiza experiencias sencillas y pequeñas investigaciones, planteando problemas, enunciando hipótesis, seleccionando el material necesario, realizando, extrayendo conclusiones, y comunicando los resultados.</p>

La investigación realizada (junto con los contenidos necesarios) se presenta en este TFG siguiendo esta estructura:

- En primer lugar encontramos el marco teórico de la investigación. En este apartado se tratan los siguientes temas: importancia de la educación científica, las dos maneras de enseñar ciencias, el concepto de indagación y sus diferentes variantes en enseñanza, actitudes necesarias del maestro y la importancia del trabajo con datos y sus implicaciones.
- A continuación se procede a describir la propuesta didáctica planteada dentro de un abordaje STEM. Se destaca la importancia del aprendizaje interdisciplinar (matemáticas, ciencias y tecnología), las fases del método científico sobre las que se va a articular el trabajo de los estudiantes, algunas consideraciones y aspectos centrales que definen la propuesta planteada en la Unidad Didáctica y por último la dinámica de trabajo en grupos y el reparto de roles.
- Seguidamente se detalla el tipo de investigación que se va a desarrollar y llevar a cabo durante la aplicación de la Unidad Didáctica. El método de investigación-acción, las preguntas de investigación y los instrumentos de recogida de datos son los elementos que articulan este apartado del TFG.
- Finalmente, aparece la descripción de los resultados obtenidos tras la aplicación de la Unidad Didáctica así como las conclusiones alcanzadas tras acabar la investigación planteada.
- Los últimos apartados son los correspondientes a bibliografía/referencias, competencias vinculadas al Grado y anexos.

3. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

La educación científica es una exigencia en el desarrollo personal y social de las personas (Atrio Cerezo, 2004, 2010). Por este motivo, es necesario trabajar e incidir en la alfabetización científico-tecnológica del alumnado pues posibilita:

- Controlar una serie de conocimientos (conceptos, hechos, procesos...) que permitan a las personas entender el medio natural, social y cultural en el que nos encontramos; de esta forma se pueden entender las diversas interacciones entre los seres vivos u otros elementos, tomar decisiones de una forma coherente, entender el porqué de diversos fenómenos, etc.
- Saber responder e interactuar en una sociedad caracterizada por el dominio de medios y recursos tecnológicos e informáticos, la abundancia de información y datos, etc.

Se hace necesario hablar de las dos formas (contrapuestas) existentes de enseñar las disciplinas de ciencia, tecnología y matemáticas, teniendo en cuenta su tratamiento y el aprovechamiento de su potencial para la formación del alumnado.

Los alumnos, en su proceso de aprendizaje, adquieren y asimilan conocimientos científicos que contribuyen a desarrollar competencias y destrezas científicas. Sin embargo, aun hoy en día se insiste en la idea de transmitir la ciencia como algo fijo, preestablecido e inalterable y eso conlleva la utilización de un método de enseñanza “tradicional” basado principalmente en la enseñanza de conceptos e información (además de numerosas fórmulas, datos e incógnitas sin sentido, planteamiento de problemas clásicos...), sin tener en cuenta otros elementos que pueden ser muy beneficiosos para los estudiantes (García Barros y Martínez Losada, 2003; Pardo Santano, 2004; VVAA, COSCE, 2011).

Todo ello nos lleva a seguir haciendo creer al alumnado que el desarrollo científico es el resultado de un proceso lineal, acumulativo y fijo sin tener en cuenta la problemática (crisis y revoluciones científicas, confrontación de modelos e ideas entre científicos...) que subyace a los grandes descubrimientos (por ejemplo aplicaciones tecnológicas y avances en medicina) (Diego-Rasilla, 2004). En este sentido es importante recordar que los alumnos no solo deben aprender ciencia, sino que también han de aprender lo que es la ciencia y a hacer ciencia (Hodson, 1994).

Llegados a este punto, conviene introducir y describir la “esencia” de la enseñanza de las ciencias utilizando un método de indagación e investigación. El concepto/término “indagación” se utiliza con asiduidad en EEUU, Reino Unido y en la Unión Europea; se suele hablar de “Inquiry in Science Education”. Centrándonos en nuestro ámbito, España, conviene señalar la referencia que se hace a la llamada investigación dirigida (Gil, 1993) o investigación escolar (Cañal, 2005).

Siguiendo las pautas marcadas por el NRC (National Research Council), se define la indagación como un método de enseñanza-aprendizaje similar a la manera en la que trabajan los científicos, es decir, se hace referencia al estudio de la naturaleza y del medio (fenómenos, procesos...) basándonos en hipótesis, evidencias derivadas de los experimentos, etc. A su vez y dentro de esta misma organización, encontramos los NSES (National Science Education Standards) que consideran la indagación científica como un conjunto de actividades de aprendizaje mediante las cuales los alumnos, de forma activa, desarrollan competencias, contenidos, destrezas, conocimientos y estrategias propios de los científicos. Es muy común que veamos en varios contextos las expresiones “Inquiry Learning” (aprendizaje por indagación) como “Inquiry Teaching” (enseñanza por indagación).

A través del método de enseñanza-aprendizaje por indagación, los alumnos aprenden estrategias como: identificación de problemas, planteamiento de dudas y preguntas, formulación de hipótesis y predicciones, diseño de investigaciones que pueden incluir diseños experimentales, contraste de hipótesis/predicciones, análisis de datos, defensa y comunicación de modelos que transmitan los resultados así como las evidencias y conclusiones científicas, aplicación del conocimiento aprendido a otras áreas y contextos, etc. (Atrio Cerezo, 2010).

En concordancia con lo que señalan Gil (1993) y Cañal (2006), la idea principal y central de una enseñanza basada en este método consiste en plantear al alumnado situaciones problemáticas abiertas (que les resulten interesantes y atractivas; incluso pueden plantearlas ellos mismos) con el fin de que sean capaces de buscar “soluciones y respuestas” a esas cuestiones formulando y verificando hipótesis, diseñando y poniendo a prueba experimentos, controlando variables, etc. con el objetivo de lograr la construcción de conocimiento dando sentido a los fenómenos, cambios... que tienen lugar

en nuestro entorno. En todo este proceso, es fundamental el hecho de conseguir que el alumnado sea autónomo para conseguir que se involucre al máximo en el aprendizaje. No obstante, existe una gran variedad dentro de lo que se considera un aprendizaje por indagación así como su papel en la enseñanza de las ciencias en la escuela (Abrams, Southerland, Evans, 2007). Según estos autores, nos encontramos con los siguientes tipos o niveles de investigación escolar:

<i>Niveles de investigación/indagación (Abrams et al., 2007) adaptado de Schwab (1962) y Colburn (2000b)</i>			
	Fuente/responsable de la pregunta	Métodos de recogida de datos	Interpretación de los resultados
Nivel 0: Verificación	Proporcionada por el profesor	Proporcionada por el profesor	Proporcionada por el profesor
Nivel 1: Estructurada	Proporcionada por el profesor	Proporcionada por el profesor	Abierta al alumno
Nivel 2: Guiada	Proporcionada por el profesor	Abierta al alumno	Abierta al alumno
Nivel 3: Abierta	Abierta al alumno	Abierta al alumno	Abierta al alumno

Siguiendo a Settlage & Southerland, (2007):

- En el nivel 0, la situación problemática, así como los métodos para obtener datos e información y la interpretación de los resultados (evidencias y conclusiones) son planteados y dados al alumno por parte del profesor. Es la estrategia más cerrada y dirigida por parte del profesor y menos abierta a la participación del alumno; por así decirlo, es el método más cercano a la “enseñanza tradicional”.
- En el nivel 1, los estudiantes reciben el problema a investigar además de los métodos para recopilar datos por parte del profesor; en cambio son responsables de la interpretación de los resultados de la experimentación.
- En el nivel 2, los estudiantes son responsables de los métodos para obtener información y datos así como de la interpretación de los resultados; no obstante,

el profesor sigue siendo el responsable a la hora de plantear un problema o cuestión inicial.

- El nivel 3 de investigación supone la máxima participación y responsabilidad del alumno y la mínima (o nula) ayuda o intervención del maestro. El estudiante por lo tanto, es partícipe al máximo en el proceso de aprendizaje ya que todos los apartados de la investigación están abiertos a su “método”.

La secuencia didáctica que presentamos y aplicamos con este trabajo se encuadra dentro del nivel 2 (indagación dirigida/guiada). Cabe destacar lo siguiente (Blanchard, 2006):

- ✓ El maestro proporciona la situación problema (pregunta) pero el resto de las tareas son responsabilidad del alumnado; es preciso poner en valor y destacar la importancia del contenido asimilado y aprendido por parte de los alumnos en cursos anteriores para que puedan desarrollar este tipo de secuencia con éxito.
- ✓ Cada grupo de trabajo se organiza y utiliza el tiempo de la manera que considera más precisa y eficaz de cara a dar respuesta a la cuestión problema.
- ✓ En la enseñanza tradicional se delimitan fechas, casi siempre cerradas e inamovibles, para entregar informes, ejercicios, etc. Esto no ocurre de la misma manera en la enseñanza por indagación ya que es un proceso más susceptible de cambios y variaciones u otras situaciones que puedan surgir; no obstante, la comunicación de los datos del trabajo que van realizando los alumnos es un hecho muy importante, es decir, conocer cómo va trabajando cada grupo (por ejemplo qué están haciendo o trabajando, hipótesis que se han planteado, etc.).

A su vez, es necesario que el maestro que introduzca una secuencia didáctica de este tipo tenga en cuenta lo siguiente:

- Debe dar la suficiente autonomía para que los alumnos sean capaces de ser partícipes al máximo en la construcción de su propio aprendizaje.
- No resolver directamente las dudas; debe tratar de responder ante las cuestiones o dudas del alumnado con otras preguntas o contextos a través de los cuales sean capaces, por sí mismos, de reflexionar y encontrar la solución. De igual manera, el profesor no suele confirmar (de inmediato) que algo que estén trabajando los alumnos se está realizando de la manera adecuada o equivocada.

- El objetivo fundamental es que sea capaz de entender que ha de mostrarse como una ayuda, un facilitador del aprendizaje, pero sin descifrar o desvelar todos los apartados del tema.

3.1. Análisis e interpretación de datos

Todas las secuencias por indagación suponen un “desafío” para los alumnos debido a los grandes retos que conllevan: diseño de experimentos y situaciones que permitan verificar las hipótesis iniciales, manejo de las diferentes variables, búsqueda constante de alternativas y resolución de problemas, etc. No obstante, uno de los retos más complejos de la indagación y una competencia importante para la vida diaria es el análisis e interpretación de los datos (Lehrer y Schauble, 2006). Los alumnos experimentan una serie de dificultades evidentes, sobre todo en las primeras indagaciones, en cuanto al trabajo con los datos:

- Búsqueda y obtención de informaciones específicas, concretas y útiles en relación a la pregunta problema de la investigación; es decir, decidir qué observar y cómo observarlo para que sirva para dar respuesta a la cuestión problema.
- Organizar y ordenar los datos de una manera coherente, clara y precisa. De manera que se pueda acceder a ellos con facilidad.
- Saber colocar los datos en una tabla. El diseño de una tabla (filas y columnas), la selección de los criterios y campos adecuados, etc.
- Entender un gráfico: la colocación de las variables, el significado de una disposición determinada de los datos, etc.
- Encontrar relaciones entre los datos: tendencias, etc.

En relación al trabajo con datos que realizan los alumnos durante las secuencias por indagación, y teniendo en cuenta uno de los objetivos principales de la investigación, hay que resaltar lo siguiente (Lehrer y Schauble, 2006):

- Los datos se obtienen a través de un *proceso constructivo* (después de la fase experimental). Se hace necesaria la selección progresiva y la abstracción de la percepción, es decir, decidir qué y cómo observar y medir; en este punto es fundamental otorgar a nuestros alumnos “libertad” para que sean ellos mismos los responsables (al máximo) de su modelo.

- *La estructuración y organización de los datos* es un paso previo, muy importante, a la creación y desarrollo de gráficos. Para ello, los alumnos se sirven de las tablas de datos; estas dan la posibilidad de encontrar más fácilmente relaciones, tendencias, etc. entre las variables y las magnitudes objeto de estudio (en este caso entre la masa, el volumen, la densidad y la estructura de la materia).
- La construcción y desarrollo de gráficos se vincula a la *representación, interpretación y visualización de los datos*. En principio, en la UD que aquí se presenta, se pretende que los alumnos trabajen con los gráficos/diagramas de barras; aunque es posible que, sobre todo en las fases iniciales, los alumnos traten de utilizar otras maneras de representar los datos.
Los gráficos junto con las tablas, son los elementos básicos de cara a la obtención de evidencias y conclusiones; y por consiguiente, resultan clave para el desarrollo de modelos por parte del alumnado.
- Los alumnos necesitan probar *diferentes modelos* (explorarlos, comprobar su utilidad, verificarlos...) a través de la formulación de *predicciones*. De esta manera encontramos una asociación entre las ideas previas o hipótesis iniciales, la parte experimental, el análisis de datos y por último, la verificación del modelo surgido a través de las predicciones. Estas predicciones tratan de comprobar si la modelización ha sido la correcta, si se puede aplicar ese modelo a nuevos casos, situaciones y contextos, etc.; es aquí donde se encuentra el vínculo con la segunda pregunta de investigación del presente trabajo.

En este punto nos encontramos en el “centro y corazón” de lo que los científicos y matemáticos hacen; es decir, la importancia de comprobar como el modelo generado después del análisis e interpretación de los datos resultantes de la experimentación, verifica las hipótesis iniciales y permite ser aplicado a otras áreas y contextos. En la UD utilizada, los alumnos tratan de entender que la estructura de un tipo de porexpan u otro (diferentes densidades) es importante en áreas como la construcción o la alimentación (materiales aislantes, impermeables, etc.).

4. PROPUESTA DIDÁCTICA POR INDAGACIÓN DENTRO DE UN ABORDAJE STEM

El aprendizaje interdisciplinar es un elemento necesario e imprescindible dentro de todo ambiente de aprendizaje ya que juega un papel fundamental en la escuela primaria (Sierra y Arizmendiarieta, Méndez-Giménez, Mañana-Rodríguez, 2013). Centrándome en el tema que nos ocupa, es fundamental entender la innegable relación entre disciplinas como las ciencias, las matemáticas y la tecnología. Para manejar y poder asimilar muchos conceptos y procesos científicos, es preciso dominar la disciplina matemática; de igual manera, muchos conceptos matemáticos son mucho más fácilmente entendibles a partir de su aplicación dentro de un contexto de explicación científica. También hay que destacar el papel que la tecnología ha desempeñado en el desarrollo científico permitiendo muchos de los avances y comodidades (medicina, transporte, etc) de los que hoy en día disfrutamos con total normalidad (Atrio Cerezo, 2010).

Muy vinculado con la enseñanza-aprendizaje por indagación, encontramos el abordaje STEM. Estas siglas hacen referencia conjunta (en inglés) a las áreas de ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas. La educación o alfabetización STEM contribuye no solo a desarrollar, por separado, los conocimientos básicos y habilidades de estas disciplinas sino que trata de enlazar las grandes coincidencias y conexiones existentes entre ellas. Es aquí precisamente donde se encuentra la relación con el aprendizaje por indagación ya que el rol que se pretende alcanzar con STEM, es que las personas sean capaces de trabajar de similar manera a cómo trabajan los científicos e ingenieros. De esta manera se contribuye a estimular a los alumnos en el desarrollo de destrezas y competencias tales como: capacidad comunicativa, trabajo y colaboración en equipo, ser rigurosos con el propio trabajo (reflexión y autocrítica), autonomía (propia toma de decisiones, curiosidad), manejo de nuevas tecnologías y diverso instrumental científico, resolución de problemas y búsqueda de alternativas y soluciones, selección de la información relevante y útil, extracción de conclusiones, etc.

Teniendo en cuenta lo que he indicado hasta ahora, la unidad didáctica que he diseñado, implementado y evaluado, utiliza la metodología de indagación dentro de un abordaje STEM; o sea que hace un uso integrado de aplicaciones tanto científicas como matemáticas y tecnológicas.

En la propuesta este abordaje se plantea de la siguiente manera. En primer lugar, y antes de comenzar propiamente con la indagación, se trabajan los conceptos de masa, volumen y densidad (a través de pequeñas indagaciones dirigidas) a fin de entender su significado, unidades de medida, relaciones entre sí, etc. Cabe destacar que aunque en esta parte haya momentos “más teóricos”, el aprendizaje sigue siendo eminentemente práctico y se sigue basando en el análisis y la reflexión (datos, evidencias...) y la resolución de problemas. Los tres conceptos se trabajan siguiendo la siguiente secuencia:

- a. Identificar qué es la magnitud mediante diversas preguntas, situaciones y contextos, etc. Conocer su definición y significado.
- b. Procedimientos de medida de la magnitud (entre otros muchos ejemplos, balanza/báscula para la masa, probetas para el volumen, etc.). Se trabajan muchos y variados procedimientos de medida (en el volumen) en base a las características del objeto del que se disponga.
- c. Experiencias y trabajo con las magnitudes: experimentos, situaciones problemáticas, diferencia entre una magnitud y otra, etc. Para los grupos que vayan más avanzados o para todos si van al mismo ritmo, se plantean experiencias adicionales, retos y desafíos, etc.

Tras haber trabajado estos conceptos de manera adecuada, la propia indagación (partiendo de las preguntas problema), consiste en que los alumnos sean capaces de desarrollar “modelos” vinculando la densidad a la estructura de la materia. Para modelizar, se van a servir de materiales como el porexpan (corcho blanco) en sus diferentes variedades (extruido y expandido); la idea es que aprovechando las diferentes estructuras de las variedades de este material, sean capaces de asociarlo a la densidad y por consiguiente a la masa y el volumen. La unidad didáctica completa, con sus objetivos, actividades y evaluación se encuentra en el ANEXO 1.

Continuando, paso a destacar algunos aspectos importantes de la Unidad. En concordancia con STEM, la propuesta de trabajo se desarrolla a través de las áreas de matemáticas y de ciencias naturales, incluyendo la parte tecnológica en su fase final, vinculada a las aplicaciones del porexpan. En este punto, es fundamental llevar a cabo un orden en el sentido de tratar de compenetrar, entre otros elementos, las horas y los conceptos trabajados. Así destaco lo siguiente (ver ANEXO 2):

- ❖ En el área de matemáticas se trabaja todo lo referente a cambio de unidades, escalas, medidas... La idea es que los alumnos cojan soltura a la hora de saber manejar las magnitudes masa, volumen y densidad, para poder después avanzar hacia tareas más complejas en la parte científica. Las sesiones, aunque sean igualmente prácticas, están más encaminadas a la parte numérica

- ❖ En el área de ciencias naturales, aunque se sigan trabajando inevitablemente aspectos matemáticos (ya que son inseparables), se dedica en profundidad a trabajar los conceptos de masa, volumen y densidad. Concretamente los alumnos, entenderán, entre otras cuestiones, qué significa cada una de estas magnitudes, cómo se miden, qué importancia tienen para nosotros, etc. En esta parte (eminente práctica), los alumnos llevarán a cabo diversas experiencias a fin de entender y asimilar de manera precisa y eficaz los contenidos.

- ❖ En la parte tecnológica, se trabaja vinculando las evidencias y conclusiones de los alumnos, después de trabajar la UD, a otras áreas y contextos a fin de comprobar y verificar su validez. La idea es que aprovechando las características del porexpan (liviano por su baja densidad, gran cantidad de aire en su interior...) lo vinculen, por ejemplo entre otras aplicaciones, a la construcción (se usa como aislante térmico) o a la industria alimentaria (bandejas sobre las que se coloca la carne y el pescado envasados).

Siguiendo la propuesta de indagación, anteriormente descrita y explicada, los alumnos trabajarán en base a las siguientes etapas:

1. Planteamiento de la situación problema
2. Ideas previas y formulación de hipótesis
3. Diseño experimental (práctica)
4. Predicciones
5. Análisis e interpretación de datos
6. Evidencias y conclusiones
7. Formulación de modelos
8. Comunicación de los datos
9. Aplicación a otras áreas y contextos

En la secuencia, se trabajarán todas las fases o etapas de la indagación; no obstante y tal como fuera indicado en los objetivos de este trabajo, mi propia investigación se articula principalmente en torno a los puntos 5 (análisis e interpretación de datos) y 7 (formulación de modelos).

Al introducir a los alumnos en el trabajo con datos, les damos la posibilidad de experimentar y de resolver situaciones problemáticas vinculados a la recogida, análisis y modelización de esos datos. El trabajo del alumnado incluye las siguientes fases o etapas: recogida y organización de datos e información, representación e interpretación de dichos datos, defensa de evidencias y conclusiones, etc.

En la Unidad Didáctica propuesta, uno de los objetivos principales es que los alumnos sean capaces de “construir y llegar a modelos” sobre la densidad; para ello:

- Es muy importante el hecho de definir de manera precisa *las preguntas y situaciones problemáticas iniciales* ya que permiten al alumnado, entre otras cosas, centrarse en la búsqueda de datos e informaciones específicas, definir los métodos y el tiempo que van a emplear en cada parte de la investigación, etc. (Harlen, 1998; Márquez, Roca y Vía, 2003). Esto constituye la primera parte del proceso de modelización.

Otros aspectos importantes dentro de la metodología didáctica:

- La primera parte de la UD consiste en la presentación de la historia de Arquímedes con el objetivo de cautivar y motivar al alumnado.
- Las cuestiones iniciales sobre la lectura sirven para conocer las ideas previas que tienen los alumnos con respecto al tema; a su vez, el objetivo es seguir fomentando sus ganas e interés por el tema a trabajar ya que se da pie a que nos comenten alguna experiencia suya, etc.
- De esta manera, se puede definir y adaptar la propuesta programada a esas consideraciones y creencias iniciales.
- Aunque haya partes teóricas, la seña de identidad de la indagación es el aprendizaje eminentemente práctico: experimentos y experiencias.

- Para trabajar esta Unidad con los alumnos, es muy importante destacar la importancia del trabajo en grupo. Esto supone la necesidad de inculcar entre nuestros alumnos la importancia del reparto de roles, es decir, la conciencia de que dentro del grupo “todos son importantes y tienen una función”, “si falla uno, fallan todos”, etc. La secuencia se desarrolla íntegramente en grupos. Teniendo en cuenta que la clase consta de 24 alumnos, se forman en torno a 5 grupos de trabajo.

- Cada grupo (y en particular cada alumno) cuenta con un “cuaderno de campo” donde anotar sus reflexiones, datos u otras cuestiones que sean de interés dentro de la secuencia indagatoria. De esta manera garantizamos un proceso constructivo del conocimiento de manera que todo el grupo se beneficia simultáneamente de las aportaciones de todos los integrantes.

- Tras finalizar la Unidad Didáctica, cada grupo presenta su “modelo de densidad” (evidencias encontradas y conclusiones alcanzadas) a fin de compartirlo con el resto de la clase, encontrar puntos de mejora, aplicar lo aprendido y trabajado en la UD a otros contextos y áreas a fin de comprobar su utilidad (aplicaciones a la vida cotidiana) y verificar su validez. De esta manera a su vez, podemos analizar y comprobar el grado de dominio en el análisis e interpretación de los datos que han desarrollado los alumnos (saber leer y desarrollar una tabla o un gráfico, encontrar relaciones entre las variables, etc.) así como su capacidad para formar modelos.

- La evaluación del aprendizaje es un aspecto fundamental de cualquier proceso de enseñanza-aprendizaje. En la UD, el trabajo de los alumnos se valorará tanto a partir de rúbricas como de un examen final. En la rúbrica se especifican (ver rúbrica de evaluación; ANEXO 3) una serie de ítems: actitud, trabajo en equipo, cuaderno de campo, etc. Para poder valorar al alumno, a través de estos ítems, se hace necesario por parte del maestro, un proceso de observación y de toma/registro de datos exhaustivo a lo largo de todas las fases de la indagación. Finalmente también se realiza una prueba escrita en relación a los conceptos trabajados en la Unidad, aplicaciones en la vida cotidiana, etc; ver ANEXO 4.

5. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

5.1. Contexto del aula

La UD está destinada y se aplica en 5º de Educación Primaria (más concretamente en el grupo B). El grupo-clase está formado por un total de 24 alumnos en una proporción de 13 chicas y 11 chicos. Cabe destacar dos casos de alumnos con NEE:

- Un alumno con Síndrome de Asperger.
- Otro estudiante diagnosticado durante el periodo de aplicación de la UD como alumno con altas capacidades intelectuales.

Además de estos dos alumnos, hay otros cinco alumnos que presentan dificultades en el área de lengua y matemáticas.

Es importante hablar sobre la experiencia de trabajo en grupo que tienen los alumnos. En base a la información recibida por parte de la tutora del curso y a mi propia observación (antes de impartir la secuencia), los estudiantes han trabajado juntos pero no “en grupo”. Es decir, he apreciado que han hecho trabajos de manera conjunta pero basándose en la simple unión de varios trabajos individuales con lo que no ha habido apenas momentos de interacción, intercambio de ideas y opiniones, etc. entre los integrantes de los diferentes grupos. Los cinco grupos de trabajo que forman los estudiantes se encuentran en el ANEXO 5.

Antes de impartir esta UD, los alumnos trabajaban en el área de Ciencias de la Naturaleza simplemente siguiendo el correspondiente libro de texto, es decir, se seguía un método de trabajo más tradicional vinculado a que el profesor explica y los alumnos subrayan los diferentes contenidos, hacen ejercicios, etc. Por lo tanto, es importante destacar que a través de esta UD, los alumnos han tenido su primera experiencia de trabajo por indagación en la que ellos son los propios protagonistas de su aprendizaje (buscando soluciones a los problemas de manera autónoma, aprendiendo de manera práctica los conceptos a través de experimentos/experiencias, etc.).

El tiempo que se ha destinado para trabajar la secuencia didáctica, objeto de análisis y estudio en el presente trabajo, ha sido de un mes completo (concretamente Abril); ver ANEXO 2 (cronograma).

5.2. Investigación-acción

Las preguntas de investigación a partir de las cuales se articula el trabajo son las siguientes:

- I. *¿De qué manera, a partir de la indagación, los alumnos se apropian del análisis e interpretación de los datos?*
- II. *¿Son capaces de desarrollar modelos y alcanzar conclusiones a partir de lo desarrollado a lo largo de la secuencia?*

La metodología sobre la que se sustenta este trabajo y por consiguiente la manera en la que se aplica y lleva a cabo la Unidad Didáctica, se basa en la investigación-acción. La investigación-acción no es ni investigación ni acción, ni la intersección de las dos, sino el bucle recursivo y retroactivo de investigación y acción (Lewin, 1946).

Siguiendo a Kemmis y McTaggart (1988), los rasgos más destacados de la investigación-acción, y que están presentes en este trabajo, son los siguientes:

- Es participativa. Las personas trabajan con la intención de mejorar sus propias prácticas.
- La investigación sigue una espiral introspectiva: una espiral de ciclos de planificación, acción, observación y reflexión.
- Es colaborativa, se realiza en grupo por las personas implicadas.
- Crea comunidades autocríticas de personas que participan y colaboran en todas las fases del proceso de investigación.
- Es un proceso sistemático de aprendizaje, orientado a la praxis (acción críticamente informada y comprometida).
- Induce a teorizar sobre la práctica.
- Somete a prueba las prácticas, las ideas y las suposiciones.
- Implica registrar, recopilar, analizar nuestros propios juicios, reacciones e impresiones en torno a lo que ocurre; exige llevar un diario personal en el que se registran nuestras reflexiones.
- Realiza análisis críticos de las situaciones.

Como se aprecia, la investigación-acción es una metodología que permite, en este caso, que el docente evalúe y mejore su acción a partir de evidencias concretas y, por lo tanto, está profundamente ligada al método científico y sus fases.

Para dar una respuesta fundamentada a las preguntas de la investigación, es preciso definir los instrumentos de recogida de datos que se van a usar. A través de ellos, se obtiene la información necesaria que me permitirá, después de la aplicación de la Unidad Didáctica, llegar a las evidencias y conclusiones pertinentes. Los instrumentos a utilizar son los siguientes:

- Grabaciones de audio. Este instrumento será utilizado en la presentación y defensa del modelo que haga cada grupo de alumnos con el objetivo de registrar las argumentaciones de los alumnos en base a lo trabajado.
- Cuadernos de campo: es un registro o anecdotario que cada alumno deberá de realizar cada día de trabajo. Se pedirá que anoten aquello que les haya llamado la atención, conceptos aprendidos, dudas... Mediante estas producciones propias de los alumnos, podemos conocer sus reflexiones, medir la atención e interés prestado durante el proceso, etc.
- Producciones de los alumnos: modelos, presentaciones, fichas de indagación, etc.
- Razonamientos, comentarios, reflexiones y planteamientos de los grupos en el día a día (especialmente en la parte de análisis e interpretación de datos y la aplicación de lo aprendido a otros contextos y situaciones). Mediante estos instrumentos, se puede conocer la evolución del alumno y del grupo en cuanto a los conocimientos y contenidos que se han estado trabajando viendo como buscan soluciones o alternativas si surgen problemas, etc.
- Rúbrica de evaluación y prueba escrita. Los instrumentos de evaluación también son importantes para extraer algunas conclusiones en base a la progresión del trabajo de los alumnos: grado de asimilación de los conceptos, aplicación de lo aprendido a otras situaciones, etc.
- Observación y cuaderno de notas del profesor. En la línea de los instrumentos anteriores, es preciso y útil tener siempre un cuaderno a mano en el que registrar situaciones, comentarios, anécdotas de los alumnos u otras situaciones que me llamen la atención y me parezcan relevantes durante el transcurso de la Unidad de cara a responder a las preguntas de investigación.

5.3. Técnicas de análisis

Con la intención de responder a las dos preguntas de investigación sobre las que se articula este TFG, se plantean las siguientes técnicas de análisis de la información obtenida durante el proceso de implantación de la Unidad Didáctica:

➤ 1 – En relación al primer objetivo vinculado al análisis e interpretación de datos

1.1. *Evolución de los gráficos*: se analiza y describe la evolución de los alumnos (por grupos de trabajo durante la UD) en el desarrollo de los gráficos de manera cualitativa en todas las tareas que han desarrollado en este sentido: en la parte de análisis de datos de las indagaciones previas sobre masa, volumen, densidad y en la indagación principal (durante el análisis de datos).

Para valorar de manera cuantitativa la destreza de los alumnos en la obtención, interpretación y análisis de datos de los alumnos se utilizará la siguiente rúbrica aplicada a los informes grupales realizados y al cuaderno de campo de cada alumno durante las experiencias/experimentos de la UD. Esta misma rúbrica también será aplicada en los dos ítems de la prueba escrita individual que hacen referencia al uso e interpretación de gráficos y datos. Con esto vamos a obtener una valoración cuantitativa del nivel alcanzado por cada alumno así como sus dificultades.

1.2.

<u>NIVEL</u>	<u>VALORACIÓN</u>
0	El alumno presenta muchas dificultades y no es capaz de realizar ninguna de las tareas
1	Es capaz de obtener datos
2	Es capaz de representar o interpretar apropiadamente los datos (gráficos, tablas)
3	Es capaz de representar y de interpretar apropiadamente los datos

➤ 2 – En relación a la elaboración de conclusiones y la formación de modelos

Los alumnos una vez que han realizado la parte experimental de la secuencia (trabajo con el poliestireno) deben tratar de encontrar un modelo sobre densidad que justifique dichas experiencias. Desarrollar un modelo no es una tarea fácil; de hecho, alcanzar dicha competencia implica una serie de pasos anteriores, como saber operar y saber aplicar. Consideramos que, dada que esta es la primera vez que se les pide a los alumnos elaborar modelos, es posible que tanto por la falta de experiencia como por las dificultades intrínsecas a esta tarea y al propio concepto con el que estamos trabajando, los alumnos se localicen en un continuo, que hemos querido representar en la rúbrica que aparece a continuación. Esta rúbrica será aplicada tanto a la exposición que cada grupo hace al final de la experiencia con el porexpan como a los ítems relacionados de la prueba escrita.

<u>NIVEL</u>	<u>VALORACIÓN</u>
0	El alumno no demuestra haber comprendido el concepto de densidad, presentando muchas dificultades.
1	El alumno es capaz de operar adecuadamente. O sea, es capaz de hacer la operación: Densidad = Masa / Volumen
2	El alumno, además de saber operar, es capaz de interpretar adecuadamente resultados, dando indicios de que puede aplicar correctamente el concepto a diversas situaciones.
3	El alumno, además de saber operar y aplicar, es capaz de desarrollar y explicar un modelo asociado al concepto de densidad.

Además y a fin de mostrar ejemplos basadas en las producciones de los alumnos, debajo de la tabla se sitúa un apartado de “frases” que da sentido a lo que se rellena en la tabla. En esta parte encontramos algunos ejemplos representativos extraídos de los cuadernos de campo, grabaciones de voz de las presentaciones y el examen final de los estudiantes; estos ejemplos ayudan a entender el grado de comprensión alcanzado sobre el concepto de densidad.

<u>ALUMNOS (iniciales)</u>	<u>VALORACIÓN EXPOSICIÓN GRUPAL</u>	<u>VALORACIÓN EXAMEN</u>
<i>FRASES EJEMPLO (grabaciones de voz, examen, cuadernos de campo, etc)</i>		

6. RESULTADOS VINCULADOS A LAS PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

I. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN 1: *¿De qué manera, a partir de la indagación, los alumnos se apropian del análisis e interpretación de los datos?*

• **Análisis cualitativo**

A nivel general, los grupos han experimentado una mejora y evolución positiva en la elaboración de los gráficos, como puede verse en el ANEXO 6, a medida que han ido desarrollándose las indagaciones guiadas de masa, volumen, densidad y por último, la indagación central (a excepción del grupo 3 donde más dificultades encontramos). Es importante destacar que tras la realización de los primeros gráficos (masa y volumen) se ha explicado a los alumnos como corregir los errores detectados para que posteriormente realizaran los gráficos de una manera más precisa y sin errores; hago referencia a correcciones como explicar que hay que poner las unidades, el nombre de las variables que colocamos, una escala bien graduada y adaptada a las mediciones realizadas, etc.

Grupo 1: En el gráfico 1 “masa”, han colocado el eje horizontal (objetos de los que miden la masa) en la parte superior; en el eje vertical (valores de masa) han colocado los valores exactos de la masa de los objetos medidos en vez de realizar una escala que comprenda dichos valores. No han puesto las unidades correspondientes (gramos). Las barras están bien realizadas.

En el gráfico 2 “volumen”, ambos ejes están bien dibujados y representados. En el eje vertical sí que han colocado una escala que abarca los valores de las mediciones realizadas; sin embargo, se siguen sin colocar las unidades correspondientes a la magnitud volumen (cm^3). Las barras están bien realizadas.

En el gráfico 3 “densidad”, han colocado los datos de manera correcta, es decir, la densidad de cada uno de los huesos en su correspondiente lugar. Han unido cada uno de los puntos para ver la variación de densidad entre los diferentes huesos. Ha sido el único grupo que ha realizado esta unión de puntos

En el gráfico 4 “análisis de datos de la indagación central”, los ejes están situados y dibujados con sus correspondientes datos correctamente; en el eje vertical siguen sin poner la unidad correspondiente a la magnitud (g/cm^3). Las barras están bien dibujadas.

En ninguno de los cuatro gráficos han colocado en los ejes el nombre de la variable que se está midiendo (en el horizontal los objetos a medir y en el vertical la magnitud que se está midiendo).

Grupo 2: En el gráfico 1 “masa”, los ejes están bien colocados y representados con sus correspondientes datos. No se ponen las unidades de la magnitud masa en el eje vertical. Las barras están dibujadas.

En el gráfico 2 “volumen”, los ejes están bien colocados y representados, sin embargo, en el eje vertical la escala está representada de forma incorrecta (ya que al principio se sigue una progresión de 10 en 10 unidades y de repente se pasa a una progresión de 100 en 100 unidades); además no se ponen las unidades correspondientes de la magnitud volumen. Las barras están dibujadas.

En el gráfico 3 “densidad”, han colocado los datos de manera correcta, es decir, la densidad de cada uno de los huesos en su correspondiente lugar.

En el gráfico 4 “análisis de datos de la indagación central”, los ejes y los datos están bien representados (aunque en el eje horizontal se les ha olvidado poner el nombre de uno de los tipos de poliestireno). No han puesto las unidades correspondientes a la densidad (g/cm^3) en el eje vertical pero sí que las han colocado (junto con el valor de la densidad) en cada una de las barras del gráfico.

En ninguno de los cuatro gráficos han colocado en los ejes el nombre de la variable que se está midiendo (en el horizontal los objetos a medir y en el vertical la magnitud que se está midiendo).

Grupo 3: En el gráfico 1 “masa”, solo están dibujados los ejes. No han representado datos ni dibujado las barras.

El gráfico 2 “volumen”, no lo han realizado.

En el gráfico 3 “densidad”, han colocado los datos correspondientes a la densidad de los tres huesos de manera incorrecta ya que los han situado en la misma columna (en la del hueso “A”).

En el gráfico 4 “análisis de datos de la indagación central”, ha sido realizado en un tamaño muy pequeño. Han dibujado los ejes y puesto en cada uno de ellos los objetos a medir (números para identificar a cada poliestireno en el horizontal) y algún número (valores de la escala en el vertical); sin embargo, la escala es muy

poco precisa (no hay representados muchos valores) y apenas se entiende. En consecuencia, las barras están representadas de manera poco clara y precisa. Lo que sí que han realizado es una “pequeña leyenda” para vincular cada número del eje vertical con cada uno de los tipos de poliestireno.

En ninguno de los cuatro gráficos han colocado en los ejes el nombre de la variable que se está midiendo (en el horizontal los objetos a medir y en el vertical la magnitud que se está midiendo).

Grupo 4: En el gráfico 1 “masa”, los ejes están bien colocados y representados con sus correspondientes datos. No se ponen las unidades de la magnitud masa en el eje vertical. Las barras no están dibujadas correctamente.

En el gráfico 2 “volumen”, los ejes están bien colocados y representados. La escala del eje vertical está muy bien representada ya que además de estar bien graduada, colocan las unidades correspondientes a la magnitud (cm^3). En este gráfico (a diferencia del anterior) las barras están representadas de manera precisa y correcta.

En el gráfico 3 “densidad”, han colocado los datos de manera correcta, es decir, la densidad de cada uno de los huesos en su correspondiente lugar.

En el gráfico 4 “análisis de datos de la indagación central”, los ejes y los datos están bien representados; la escala está representada de una manera muy precisa. No han puesto las unidades correspondientes a la densidad (g/cm^3) en el eje vertical (a diferencia del gráfico sobre el volumen en el que sí que las habían colocado).

En ninguno de los cuatro gráficos han colocado en los ejes el nombre de la variable que se está midiendo (en el horizontal los objetos a medir y en el vertical la magnitud que se está midiendo).

Grupo 5: En el gráfico 1 “masa”, los ejes están bien colocados y representados. Sí se ponen las unidades de la magnitud masa en el eje vertical aunque la graduación de la escala no está hecha de una manera correcta (no se sigue una progresión adecuada). Las barras están bien representadas.

En el gráfico 2 “volumen”, los ejes están bien colocados y representados; en este caso a diferencia del anterior (masa), la escala en el eje vertical está realizada de una manera muy precisa y clara; además las unidades en las que se mide el volumen (cm^3) están puestas. Las barras están bien representadas.

El gráfico 3 “densidad”, no ha sido realizado ya que para esta indagación cada uno de los miembros de este grupo ha trabajado con los demás grupos.

En el gráfico 4 “análisis de datos de la indagación central”, los ejes y los datos están muy bien representados. Han puesto las unidades correspondientes a la densidad (g/cm^3) en el eje vertical. Las barras están muy bien dibujadas.

En ninguno de los tres gráficos han colocado en los ejes el nombre de la variable que se está midiendo (en el horizontal los objetos a medir y en el vertical la magnitud que se está midiendo).

- **Análisis cuantitativo**

PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN 1

En relación al primer objetivo vinculado a la obtención, análisis e interpretación de datos; evolución de los gráficos

<u>ALUMNO/A</u>	<u>VALORACIÓN</u> <u>INDAGACIÓN</u> <u>MASA</u>	<u>VALORACIÓN</u> <u>INDAGACIÓN</u> <u>VOLUMEN</u>	<u>VALORACIÓN</u> <u>INDAGACIÓN</u> <u>DENSIDAD</u>	<u>VALORACIÓN</u> <u>INDAGACIÓN</u> <u>(ANÁLISIS DE</u> <u>DATOS)</u>	<u>VALORACIÓN</u> <u>EXAMEN</u>
AAA	2	2	2	2	1
ACR	2	2	2	2	2
NGM	2	2	2	2	0
CGP	2	2	2	2	1
APT	2	2	2	2	2
IGA	2	2	2	3	2
LCRC	2	2	2	3	1
AHG	2	2	2	3	1
LSP	2	2	2	3	2
SHC	2	2	2	3	1
LCS	0	0	1	1	1

JAR	0	0	1	1	0
JMC	0	0	1	1	1
IHG	0	0	1	1	2
HBG	0	0	1	1	1
JLB	2	2	2	3	1
LEF	2	2	2	3	1
DDP	2	2	2	3	1
RDD	2	2	2	3	2
JVS	2	2	2	3	1
NVR	2	2	2	3	2
CCC	2	2	2	3	1
DFH	2	2	2	3	0
PBF-M	2	2	1	3	1

Grupo 1 **Grupo 2** **Grupo 3** **Grupo 4** **Grupo 5**

Vemos que, de forma general, los alumnos han experimentado una evolución positiva en cuanto a su destreza en la obtención, interpretación y análisis de datos; paralelamente y debido a su inseparable relación, también se produce un avance significativo en el desarrollo de gráficos a partir de esos datos (como se ha analizado anteriormente). En la mayoría de casos se produce una bajada del nivel de destreza durante la parte individual correspondiente al examen, sin embargo, en algún caso aislado sucede al contrario y este nivel mejora o se mantiene bastante similar en comparación con las partes de la secuencia realizadas en grupo. Por todo ello, preciso realizar un análisis más exhaustivo de esta situación:

- Grupo 1: se aprecia cómo tanto en las indagaciones guiadas como en la parte de análisis de datos de la indagación central, todos se sitúan en el nivel 2 de competencia; es decir, muestran destreza a la hora de representar los datos obtenidos a través de gráficos. Sin embargo, en la parte individual (examen) vemos como solo dos alumnos son capaces de mantener ese nivel 2 de competencia con lo que los compañeros restantes son capaces de obtener datos (a excepción de una alumna) pero no de representarlos o interpretarlos con absoluta precisión.
- Grupo 2: en las indagaciones guiadas, todos se sitúan en el nivel 2 de competencia; es decir, muestran destreza a la hora de representar los datos obtenidos a través de gráficos. En la parte de análisis de datos de la indagación central, los alumnos alcanzan el nivel 3 que supone que muestran la máxima destreza a la hora tanto de representar como de interpretar los datos obtenidos a través de los experimentos. Centrándonos en la parte individual (examen) se constata como solo dos alumnos son capaces de mantenerse en la línea de valoraciones positivas anteriores mientras que los otros tres bajan hasta el nivel 1, ya que solo son capaces de obtener datos pero no de representarlos o interpretarlos adecuadamente.
- Grupo 3: este grupo es, sin duda, el que más dificultades ha mostrado a lo largo de toda la secuencia. No obstante, se aprecia como un integrante de este grupo es uno de los que mejor y más evolución muestra en cuanto a su destreza con el trabajo de datos si abarcamos la parte grupal y el examen. Analizando la rúbrica se pueden constatar las dificultades que hasta la tercera indagación guiada han presentado estos alumnos ya que apenas han sido capaces de obtener datos de una forma precisa y apropiada. A

partir de este punto, han seguido en la misma línea hasta la parte individual correspondiente al examen a excepción del alumno citado al principio y de otro miembro del grupo que ha vuelto a obtener, como al principio, una valoración negativa.

- Grupo 4: es un contexto muy similar al analizado en el grupo 2. La valoración de las indagaciones guiadas se sitúa en el nivel 2, es decir, los alumnos muestran soltura y destreza en la representación/interpretación de los datos; este nivel sigue aumentando hasta el 3 (competencia representando e interpretando) durante el análisis de datos de la indagación principal pero se produce una bajada significativa cuando se pasa a la parte individual o examen a excepción de un alumno que, aunque baja su nivel, se mantiene en una valoración de destreza 2.
- Grupo 5: otro ejemplo de situación muy parecida a lo que sucede en los grupos 2 y 4. Se dan muy buenas calificaciones durante las indagaciones guiadas alcanzándose el nivel máximo de valoración cuando se estudia el análisis de datos de la indagación central. Sin embargo, cuando se pasa a analizar el trabajo correspondiente a la parte individual o examen, la bajada en el nivel de destreza de los alumnos es significativa (siendo especialmente notable en el caso de un alumno que pasa del nivel 3 al 0).

Con el fin de analizar la evolución de los alumnos en el trabajo de datos se aconseja ver el ANEXO 6 (donde aparecen gráficos grupales correspondientes a las diferentes partes de la indagación) a fin de apreciar ejemplos y situaciones que den sentido a lo que acabamos de comentar (diferentes niveles de evolución en la valoración según la rúbrica).

El trabajo en general (en especial el grupal) ha sido todo un éxito ya que la evolución en la escala de valores es buena o muy buena en función de los grupos. Sin embargo y a la vista de lo realizado por los alumnos en la parte individual (examen), creemos conveniente reflexionar y considerar las evidentes dificultades que han tenido. Es decir, quizás habría que haber potenciado en mayor medida el desarrollo de destrezas individuales vinculadas a los conceptos trabajados a fin de que los resultados en el examen hubieran sido mejores; con esto no quiero decir que los exámenes sean un “desastre” sino que hay una diferencia clara entre la parte grupal e individual y es preciso tenerlo en cuenta para otras ocasiones.

II. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN 2: *¿Son capaces de desarrollar modelos y alcanzar conclusiones a partir de lo desarrollado a lo largo de la secuencia?*

En relación a esta pregunta vamos a presentar inicialmente un cuadro donde aparece la categorización de los alumnos tanto en las exposiciones grupales sobre el modelo como en el examen final.

En relación a la elaboración de conclusiones y la formación de modelos

<u>ALUMNO/A</u>	<u>VALORACIÓN EXPOSICIÓN GRUPAL</u>	<u>VALORACIÓN EXAMEN</u>
AAA	2	3
ACR	2	2
NGM	2	2
CGP	2	2
APT	2	2
IGA	2	3
LCRC	2	2
AHG	2	3
LSP	2	3
SHC	2	3
LCS	1	1
JAR	1	1
JMC	1	1
IHG	1	2
HBG	1	1
JLB	2	2
LEF	2	2
DDP	2	2
RDD	2	2
JVS	2	2

NVR	2	3
CCC	2	2
DFH	2	2
PBF-M	2	1

Frases ejemplo

- Grupo 1: “Expandido 1, tiene menos densidad porque sus partículas son más grandes, están más separadas y por lo tanto hay más aire en su interior (ACR)”. “El cubo D es el que más densidad presenta porque a igualdad de volúmenes es el que más masa tiene (APT)”. “El barco flota porque tiene menos densidad que el agua y aire en su interior; el clavo no flota porque no tiene aire en su interior (AAA)”.
- Grupo 2: “La densidad del expandido 1 es menor que la del extruido porque este tiene las partículas más compactas, pesa más, tiene menos aire en su interior y los poros son más pequeños (AHG)”. “El poliestireno sirve para aislar el calor y el frío, para evitar que se golpeen los objetos, etc. (IGA)”. “Un barco flota y un clavo se hunde porque la densidad del barco es menor que la del agua (menor que 1 g/cm^3) y el clavo tiene mayor densidad que el agua (mayor que 1 g/cm^3) (SHC).”
- Grupo 3: “La densidad depende de la masa y el volumen (JMC)”. “El extruido se utiliza para estudios de grabación para el eco (JMC)”. “En un estudio de grabación gracias al poliestireno la voz se retiene y se oye mejor (HBG)”.
- Grupo 4: “El extruido tiene más densidad porque sus agujeros no se ven a simple vista y casi no tiene aire en su interior (LEF)”. “El porexpan sirve para hacer platos, bandejas, etc. (JLB)”. “El cubo D tiene mayor densidad porque si tiene más masa pero igual volumen, tiene más densidad. (RDD)”. “El poliestireno actúa como material aislante, impidiendo que el sonido del exterior pase al estudio de grabación y viceversa. (JLB)”
- Grupo 5: “El corcho blanco se utiliza para que no se rompan los electrodomésticos, jarrones, tazas de cristal, para en las construcciones aislar del ruido (NVR). “El barco tiene aire en las bodegas y hace que su densidad sea menor (NVR).”

Grupo 1 **Grupo 2** **Grupo 3** **Grupo 4** **Grupo 5**

Podemos ver que, salvo en casos aislados y excepciones, la evolución de la capacidad y la destreza de modelización de los alumnos son bastante significativas. La mayoría de valoraciones se encuentra en torno al nivel 2 con lo que esto demuestra que los alumnos, además de saber operar, han sido capaces de interpretar los resultados, dando indicios de

que pueden aplicar el concepto de densidad a diversas situaciones. No obstante, hay alumnos que muestran una destreza menor y se encuadran dentro del nivel 1, es decir, son capaces de operar pero no de interpretar apropiadamente y con precisión los resultados o de aplicar el significado del concepto “densidad” a otros contextos; por otro lado, algunos estudiantes consiguen alcanzar el nivel 3 (el máximo) dando muestras de que saben operar y de que se acercan al desarrollo de “un modelo” que da respuesta y sentido al concepto de densidad en diversos contextos. A continuación se procede a realizar un análisis/estudio más exhaustivo:

- Grupo 1: todos los alumnos alcanzan el nivel 2 de destreza tanto en la exposición grupal de la UD como en la parte individual correspondiente al examen, a excepción de una alumna que en la parte individual llega hasta el nivel 3; es decir, muestra destreza operando a la par de ser capaz de explicar y aplicar un modelo que de sentido al concepto de densidad en diversas situaciones.
- Grupo 2: sucede parecido que en el grupo anterior, es decir, todos los estudiantes se sitúan en el nivel 2 de competencia en la parte de exposición grupal de la secuencia por indagación. La diferencia se encuentra en que en este caso, son 4 los alumnos los cuales llegan hasta la valoración 3 (máxima) en la parte individual correspondiente al examen mostrando destreza en las operaciones así como en el desarrollo y aplicación de modelos y teorías que dan sentido y significado al concepto de densidad en determinados contextos.
- Grupo 3: al contrario que los grupos 1 y 2, este conjunto de alumnos muestra, por lo general, bastantes dificultades en el desarrollo de modelos y conclusiones que expliquen y den sentido al concepto de densidad. Todos los estudiantes, a excepción de uno de ellos que en la parte individual/examen alcanza el nivel 2, se sitúan en el nivel 1 de valoración según la escala, es decir, son capaces de operar pero no muestran la suficiente destreza y soltura en la interpretación y aplicación de los resultados de la experimentación a otras áreas y contextos; por consiguiente, también tienen dificultades en el desarrollo de modelos que expliquen el significado del concepto densidad.

- Grupo 4: contexto casi idéntico al del grupo 1. En este caso todos los alumnos sin excepción alcanzan la valoración 2 en la escala propuesta tanto en la parte grupal correspondiente a la exposición de la UD como en la parte individual correspondiente al examen. Muestran capacidad en el desarrollo de operaciones y en la interpretación de resultados así como en la aplicación del concepto “densidad” a otras áreas y situaciones; sin embargo, todavía no demuestran la suficiente destreza en el desarrollo y explicación de modelos y conclusiones sobre el concepto que puedan dar significado y sentido al mismo.

- Grupo 5: en la parte grupal vinculada a la exposición de la UD, los integrantes del grupo alcanzan el nivel 2 de valoración (saben operar/interpretar resultados además de mostrar indicios de dominar suficientemente el concepto como para aplicarlo a otras situaciones y contextos). Hablando de la parte individual (examen), encontramos distintas situaciones:
 - Dos estudiantes se mantienen en el mismo nivel de destreza sin variaciones.
 - Un estudiante mejora en su valoración alcanzando el nivel máximo, es decir, domina suficientemente y con cierta precisión la parte de desarrollo y explicación de modelos sobre el concepto “densidad” con el fin de aplicarlo a otras áreas.
 - Otro alumno disminuye su nivel de valoración (del 2 al 1) ya que ha demostrado tener dificultades en la parte de interpretación de resultados dando a entender por consiguiente, que no es capaz de aplicar con la suficiente precisión el significado del concepto “densidad” a diversas situaciones.

A diferencia de los resultados y valoraciones obtenidas para la pregunta 1 vinculada al trabajo con datos (representación, interpretación, etc.), en este caso los resultados tanto para la parte correspondiente al trabajo grupal como para la parte individual o examen están muy equilibrados; es decir, una vez realizado el trabajo grupal y ya en el examen, los alumnos no han mostrado una bajada notable en sus resultados (al contrario ya que o se han mantenido o incluso han mejorado). Por todo ello se puede afirmar que el trabajo

y el tiempo dedicados a ambas partes han estado adecuados a las necesidades de los alumnos.

7. CONCLUSIONES

Las conclusiones hacen alusión a las proposiciones y fórmulas, en base a una serie de resultados, que se obtienen después de un proceso de investigación y desarrollo con el fin de establecer parámetros finales sobre lo observado, analizado y estudiado. Teniendo en cuenta esta definición, mi objetivo en este apartado es establecer una serie de conclusiones que den sentido y significado al proceso de investigación realizado sobre el cual versa este Trabajo Fin de Grado. Para establecer las conclusiones, hago una división en tres grandes bloques a fin de destacar varios elementos que considero imprescindibles.

1. ¿Sirve y se puede trabajar la indagación científica en Educación Primaria? ¿Es válida la indagación para trabajar el análisis de datos con los estudiantes?

La investigación realizada muestra resultados significativos de la importancia y posibilidades del trabajo por indagación en la escuela, especialmente para el área de Ciencias de la Naturaleza. Es evidente que nos encontramos en un sistema educativo limitado en gran medida por las pautas que establece el currículo enlazando esto a su vez con la falta de tiempo para enseñar a los alumnos a través de la investigación, la experimentación y la reflexión científica. Sin embargo, a través de la UD didáctica trabajada, se ha demostrado como sí que es posible un trabajo diferente en el aula utilizando la metodología por indagación por dos motivos principales:

- a) La motivación y el interés del alumnado: es sin duda el eje principal que debiera de servirnos como signo de que “enseñar ciencia enseñando a hacer ciencia” puede ser un éxito. Bien es sabido que los alumnos cuanto más motivados e interesados estén de cara a una actividad, más y mejor aprenden; a través de la puesta en práctica de esta UD he podido apreciarlo y comprobarlo de primera mano a través de comentarios, preguntas y continuas insistencias del alumnado para realizar experiencias y seguir aprendiendo.
- b) Las grandes posibilidades de trabajo y de desarrollo de destrezas: a través de una indagación, el abanico de conceptos, procedimientos, técnicas, etc. que aprenden los estudiantes es muy variado y amplio. Es quizás uno de los aspectos más favorables de la enseñanza basada en el método de investigación científica, la posibilidad de abarcar con una secuencia no solo un concepto sino varios

contenidos. A su vez es preciso destacar el enorme desarrollo competencial que esta metodología de trabajo supone para el alumnado:

- Competencia en comunicación lingüística: trabajo en grupo, intercambio de ideas y opiniones, exposiciones y reflexiones ante el grupo clase, etc. Es uno de los elementos que más me ha llamado la atención desde el principio hasta el final de la UD, la mejora en la capacidad de comunicación de los alumnos (soltura, expresividad, etc.).
- Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología: antes ya hemos hablado sobre el método STEM y su relevancia en el plano educativo. El aprendizaje de conceptos científico-matemáticos a través de experiencias/experimentos, utilizando diverso instrumental de laboratorio, etc. es un signo claro de que el trabajo conjunto de las áreas de ciencias, matemáticas y tecnología es necesario y lo más importante, útil y eficaz para el proceso de aprendizaje del alumnado.
- Competencia para aprender a aprender: es la competencia que mejor resalta la esencia de una enseñanza basada en la indagación científica. Los alumnos tienen la posibilidad de mejorar constantemente, de buscar nuevas alternativas ante los problemas que se encuentran, de reflexionar y analizar sobre lo que han hecho, etc. Es imprescindible el hecho de dar a nuestros alumnos libertad y autonomía para que sean capaces de buscar soluciones ante la problemática planteada (siendo ellos mismos los principales responsables de su propio aprendizaje) y no basarnos en ser “maestros instructores” que solo transmiten conceptos y contenidos sin ningún sentido o significado.
- Competencia digital: el hecho de que los alumnos utilicen las TIC para buscar y comparar información, encontrar alternativas ante una situación problema, etc. es un ejemplo de que la investigación científica, además de ser un elemento motivador de gran calibre, es una vía de aprendizaje con un potencial destacable. A su vez el hecho de que los alumnos expongan los resultados de su trabajo, sus conclusiones, sus modelos, etc. utilizando ordenadores, tabletas, pizarras digitales... es un punto más a favor en el uso inteligente y

racional de las nuevas tecnologías que implica y supone una metodología indagatoria.

- Sentido de la iniciativa y espíritu emprendedor: es otro de los ejes vertebradores y señas de identidad de una UD basada en el método científico. A lo largo de toda la secuencia y como he citado anteriormente, los alumnos han de ser los máximos responsables de su trabajo a todos los niveles. El desarrollo de esta competencia se pone de relieve especialmente cuando los alumnos han tenido que pensar y desarrollar modelos que pudieran estar vinculados y que dieran sentido y significado al concepto de densidad, es decir, en la búsqueda y explicación de situaciones en las que la densidad juega un papel relevante para que suceda un hecho concreto (por ejemplo el hundimiento de un clavo y la flotación de un barco o el aislamiento del poliestireno en un estudio de grabación de sonido).

Otro elemento que considero importante reseñar es la adecuación y validez de las indagaciones para trabajar el análisis de datos con los alumnos. Ya conocemos las fases que articulan el método científico; una de ellas se corresponde con el citado análisis de datos tras la realización de la parte experimental. La indagación se basa en el método de investigación, es decir, los alumnos se encuentran inmersos en una dinámica de pruebas, análisis, estudio, etc. con el fin de extraer conclusiones relevantes (este es el verdadero aprendizaje) que den sentido a las acciones realizadas durante todo el proceso. Por consiguiente para conseguir lo que se acaba de plantear, se hace necesario e imprescindible el trabajo con datos y especialmente su análisis e interpretación a fin de demostrar determinados hechos, fenómenos, etc. de una manera fiable, práctica y visual; ya que si solo nos centramos en desarrollar y exponer teorías sin demostración práctica, el alumno puede no llegar a entender un concepto/contenido y esto a su vez le puede introducir en una espiral de desmotivación o falta de interés por la asignatura (en este caso Ciencias de la Naturaleza).

2. El trabajo con datos y la creación de gráficos y el desarrollo de modelos

Este bloque de conclusiones está íntimamente ligado a las preguntas de investigación sobre las que se vertebra este Trabajo Fin de Grado.

En relación a la representación de los datos mediante la utilización de tablas y creación de gráficos es importante destacar el hecho de que los estudiantes de Educación Primaria

han estado viendo gráficos desde los cursos iniciales en muchas de las áreas: Ciencias Sociales, Matemáticas, Ciencias de la Naturaleza. Teniendo en cuenta esta realidad, ¿cómo es posible que ya en los cursos finales de la etapa (en este caso 5° EPO) muestren el tipo de dificultades analizadas y descritas anteriormente? Esta situación me invita a afirmar que, pese a la continua aparición de gráficos, los maestros no están dedicando el tiempo suficiente a que los alumnos entiendan los elementos y partes de los mismos y a que interpreten los datos que allí aparecen colocados otorgándole un significado y sentido. Por este motivo considero útil el trabajo realizado con los estudiantes durante las primeras indagaciones guiadas consistente en:

- Observar y analizar como construyen un gráfico.
- Explicar e incidir en aquellos elementos en los que han mostrado más dificultades: colocación de los datos y variables, desarrollo de una escala adecuada al contexto que se está trabajando, importancia en la colocación de las unidades de la magnitud correspondiente, etc.

Siguiendo este método de trabajo se aprecia en los resultados como la evolución de los estudiantes ha sido plenamente satisfactoria; si han conseguido alcanzar ese nivel en un mes de trabajo, ¿qué se podría conseguir trabajándolo adecuadamente y progresivamente desde edades tempranas?

El trabajo y explicación de “modelos” llevado a cabo por los estudiantes ha sido muy positivo. La búsqueda de significado a los hechos y fenómenos que ocurren a nuestro alrededor enlaza perfectamente con la curiosidad y las ganas de saber de los alumnos. Es por eso que no se puede desaprovechar esta enorme motivación basándonos únicamente en clases puramente magistrales en las que un concepto es explicado de manera teórica sin demostración. A través de las experiencias con la masa, el volumen y la densidad han podido, entre otras cosas, entender el porqué de que un barco de muchas toneladas (hecho de hierro) pueda flotar debido al aire en sus bodegas y en cambio un pequeño clavo de unos gramos se vaya al fondo de un vaso de agua; o el significado de que en un estudio de grabación las paredes estén recubiertas por ese material tan común para ellos en embalajes de objetos llamado poliestireno, gracias a sus propiedades aislantes del sonido. Es decir, explicamos y trabajamos el concepto de manera tradicional dando una definición, trabajando con las unidades en las que se mide una magnitud, etc. pero a su vez buscamos aplicaciones, contextos en los que esos contenidos puedan tener significado

y sentido para el alumno; de esta manera se produce un verdadero aprendizaje ya que los estudiantes ven como lo que aprenden tiene una utilidad y validez práctica en el día a día.

3. Valoración general del TFG

He aprendido y disfrutado mucho a raíz de la realización del presente Trabajo Fin de Grado tanto por la mejora en mi capacidad de investigación (búsqueda bibliográfica, análisis de datos de las producciones de los alumnos, reuniones e intercambios constantes con la tutora, etc.) como por los resultados obtenidos, plenamente satisfactorios, tras la realización del mismo. Considero, sinceramente, que trabajos de este tipo ya sean a través de una metodología más cercana a la investigación o a una dinámica más centrada en la documentación y formación teórica, son absolutamente necesarios para la correcta formación de un futuro docente; quiero decir que en el ámbito educativo actual en el que el maestro ha de estar formándose y reciclándose continuamente a fin de adaptarse a los cambios de la sociedad, es básico que los profesionales de la educación cuenten con las habilidades y destrezas que posibilita el desarrollo de un TFG.

Otro aspecto muy importante a destacar es la interconexión Prácticum (Unidad Didáctica) y TFG a partir de la cual he tenido la posibilidad de desarrollar mi trabajo. Este vínculo ha posibilitado el poder abarcar con plenitud todos los elementos, objeto de estudio, en la presente investigación ya que por un lado la UD llevada al aula se basa en una metodología indagatoria y por el otro, la propia metodología utilizada en este trabajo sigue el citado método científico al basarse igualmente en un análisis e interpretación de datos y obtención de conclusiones. Es por eso que he trabajado a través de una cadena de elementos muy relacionados: UD que trabajan los alumnos, análisis de datos y resultados obtenidos y conclusiones tras la aplicación de esa secuencia, todo ello realizado como parte indispensable de mi trabajo de investigación.

Lo que acabo de comentar pone de relieve la validez, utilidad y precisión de la enseñanza-trabajo a través de la indagación científica a fin de garantizar un proceso de enseñanza-aprendizaje adecuado a las necesidades y demandas imperantes para los alumnos y para mí mismo en mi formación como maestro. Es decir, la UD y el presente TFG se han basado en una especie de “indagación dentro de la indagación”.

A raíz de esto último también creo conveniente hablar sobre otras unidades que he trabajado con los alumnos a lo largo de mi periodo de prácticas y que son una muestra más de los beneficios de aplicar esta metodología en la escuela.

- Indagación sobre la oxidación de los metales, a través de la cual los alumnos entienden el proceso de cambio químico. Para ello se realizan experiencias con diferentes clavos/tornillos de distintos materiales (hierro, cobre, níquel, acero...) a fin de comprobar qué sucede en cada caso y porqué.
- Indagación sobre el fenómeno de desertificación/deforestación con el objetivo de entender como determinados factores (pendiente, cantidad y velocidad del agua, cantidad de vegetación) resultan clave en el mayor o menor grado de este fenómeno. Cabe destacar que este proyecto ha obtenido el Primer Premio en la II Feria de Ciencia de la Universidad de Burgos (categoría b). Como tutor de los alumnos para este trabajo me sorprendió la mejora en la destreza lingüística, la precisión en el manejo del instrumental, etc. por parte de los alumnos durante la exposición de los alumnos ante el jurado. La diferencia y mejora entre la realización de este experimento con los alumnos al principio de mis prácticas y durante la Feria de Ciencia coincidiendo con el final de mi periodo de prácticas, son una muestra evidente de como la enseñanza por indagación es necesaria y útil para el proceso de aprendizaje del alumnado.

8. REFERENCIAS

- Abrams, E., Southerland, S. A., & Evans, C. A. (2007). Inquiry in the classroom: Necessary components of useful definition. In E. Abrams, S.A. Southerland, & P.Silva (Eds.), *Inquiry in the science classroom: Realities and opportunities*. Greenwich, CT: Information Age Publishing.
- Abrams, E., Southerland, S. A., & Evans, C. (2007). An introduction to inquiry. In E. Abrams, S. A. Southerland, & P.Silva (Eds.), *Inquiry in the classroom: Realities and opportunities* (pp.i–xiii). Greenwich, CT: Information Age Publishing.
- Anderson, R. D. (2002). Reforming science teaching: What research says about inquiry. *Journal of Science Teacher Education*, 13(1), pp. 1-12.
- Atrio Cerezo, S. (2004): Alfabetización científica del siglo XXI: constructores del conocimiento ¿Destruyores de la Creatividad? En J. Quintanal Díaz, & Coordinador, *Los retos de la Educación del siglo XXI* (págs. 181-193). Barcelona: edebé
- Atrio Cerezo, S. (2010): El Renacimiento del siglo XXI para la Universidad Europea. *Revista Iberoamericana de Educación (RIE)*, N° 51/5, 105-145.
- Blanchard, M.R. (2006) *Assimilation or transformation? An analysis of change in ten secondary science teachers following an inquiry-based research experience for teachers*. Unpublished doctoral dissertation, Florida State University, Tallahassee.
- Cañal, P. (2005): “La alfabetización científica: ¿necesidad o utopía?”, en *Cultura y Educación*, 16 (3), pp. 245-257.
- Cañal, P. (2006) «La alfabetización científica en la infancia» en *Aula de infantil*, n. 33, pp. 5-9.
- Colburn, A. (2000B). An inquiry primer. *Science Scope*, 23(6), 42–44.

- Diego-Rasilla, F. J. (2004): “El método científico como recurso pedagógico en el bachillerato: haciendo ciencia en clase de Biología”. *Pulso*, 27, 111-118.
- García Barros, S. y Martínez Losada, C. (2001). Qué actividades y qué procedimientos utiliza y valora el profesorado de educación primaria. *Enseñanza de las Ciencias*, 19(3), 433-453.
- García Barros, S. y Martínez Losada, C. (2003). Enseñar a enseñar contenidos procedimentales es difícil. *Revista interuniversitaria de Formación del Profesorado (Zaragoza)*, 17 (1), 79-99.
- García Barros, S. y Martínez Losada, C. (2003): “Análisis del trabajo práctico en textos escolares de Primaria y Secundaria”. *Enseñanza de las Ciencias*, número extra, 5-16.
- Gil, D. (1993). Psicología Educativa y Didáctica de las Ciencias: los procesos de enseñanza/aprendizaje de las ciencias como lugar de encuentro, *Infancia y Aprendizaje*, 62-63.
- Gil-Pérez, D. & Solbes J. (1993). The Introduction of modern physics: overcoming a deformed vision of science, *International Journal of Science Education*, 15(3), 255-260.
- Gil-Pérez, D. (1994). Diez años de investigación en didáctica de las ciencias: realizaciones y perspectivas. *Enseñanza de las Ciencias*. Vol. 12(2). 154-164.
- Harlen, W. (1998). *Enseñanza y aprendizaje de las ciencias*. Madrid: Morata-MEC (2a. ed.).
- Hodson, D. (1994): “Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio”. *Enseñanza de las Ciencias*, 12, 299-313.
- Kemmis, S. & McTaggart, R. (1988): *The Action Research Planner* (3rd ed.). Victoria, Australia, Deakin University Press.

- Kemmis, S. & McTaggart, R. (2000): "Participatory action research" En: Denzin, N. y Lincoln, Y. (eds.) *Handbook of Qualitative Research* (2nd Ed). Thousand Oaks California, Sage, 567-605.
- Lehrer, R., & Schauble, L. (Eds.). (2002). *Investigating real data in the classroom: Expanding children's understanding of math and science*. New York, NY: Teachers College Press.
- Lehrer, R., & Schauble, L. (2006). Cultivating model-based reasoning in science education. In R.K. Sawyer (Ed.), *Handbook of the learning sciences*. New York, NY: Cambridge University Press.
- Lewin y otros. (1946). La investigación-acción y los problemas de las minorías. En: Salazar, M.C. (Comp) (1992). *La investigación-acción participativa. Inicios y Desarrollos*. (p. 13 -25). Colombia: Editorial Popular. OEI, Quinto Centenario.
- López Sancho, J. M. (2003): *La Naturaleza del Conocimiento. Clave para entender el proceso de aprendizaje*. Madrid, España: CCS.
- Márquez, C.; Roca, M. y Vía, A., 2003, "Plan-tejar bones preguntes: el punt de partida per mirar, veure i explicar amb sentit", en: San-martí, N., coord. *Aprender ciències tot aprenent a escriure ciències*, Barcelona, Ed. 62.
- National Research Council. (1996). (2000). *The National Science Education Standards*. Washington DC: National Academies Press
- Orden EDU/519/2014, de 17 de junio, por la que se establece el currículo y se regula la implantación, evaluación y desarrollo de la educación primaria en la Comunidad de Castilla y León
- Pardo Santano, P. (2004): "¿Qué actividades proponen los libros de texto elaborados para enseñar Geología?". *Pulso*, 27, 49-60.

- Rabadán, J.M. y Flor, J.I. (1998). La modificación de la práctica docente. Un estudio longitudinal en el tiempo. *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 15, 47-54.
- Schwab, J. J. (1962). The teaching of science as enquiry. In J. J. Schwab & P. F. Brandwein, *The teaching of science*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Settlage, J., & Southerland, S. A. (2007). *Teaching science to all children: Using culture as a starting point*. New York: Routledge.
- Sierra y Arizmendiarieta, B., Méndez-Giménez, A. y Mañana Rodríguez, J. (2013). La programación por competencias básicas: hacia un cambio metodológico interdisciplinar, *Revista Complutense de Educación*, 24 (1), 165-184.
- VVAA, COSCE Confederación de Sociedades Científicas de España. (2011). *Informe ENCIENDE. Enseñanza de las Ciencias en la Didáctica Escolar para edades tempranas en España*. Madrid: Rubes Editorial.

9. COMPETENCIAS

COMPETENCIAS	
CB1	Que los estudiantes hayan demostrado poseer y comprender conocimientos en un área de estudio que parte de la base de la educación secundaria general, y se suele encontrar a un nivel que, si bien se apoya en libros de texto avanzados, incluye también algunos aspectos que implican conocimientos procedentes de la vanguardia de su campo de estudio.
	El TFG supone el hecho de dominar un gran abanico de fuentes y contextos con el objetivo de extraer información relevante y útil para el desarrollo del mismo. Es decir, tenemos que estar dispuestos, como futuros Maestros, a escuchar a todas las personas del ámbito social y escolar, a propuestas de mejora que se realicen, etc. a fin de garantizar un proceso de enseñanza-aprendizaje fluido, eficaz y útil.
CB2	Que los estudiantes sepan aplicar sus conocimientos a su trabajo o vocación de una forma profesional y posean las competencias que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro de su área de estudio
	El desarrollo y elaboración del TFG supone la necesidad de aplicar el conocimiento adquirido al área objeto de estudio y análisis tratando de dar respuesta a los problemas e interrogantes que vayan surgiendo en el proceso, justificando el porqué de las afirmaciones y/o juicios que se realizan.
CB3	Que los estudiantes tengan la capacidad de reunir e interpretar datos relevantes (normalmente dentro de su área de estudio) para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética
	A través de la búsqueda y la documentación bibliográfica, la experiencia práctica en el contexto escolar, etc. se pueden realizar, con más veracidad y precisión, afirmaciones y/o reflexiones sobre nuestro tema (objeto) de estudio ya que nos basamos en experiencias, fuentes, situaciones, etc. verídicas, contrastadas y fiables.
CB4	Que los estudiantes puedan transmitir información, ideas, problemas y soluciones a un público tanto especializado como no especializado
	El TFG supone la necesidad de manejar y desarrollar habilidades de comunicación, empatía, etc. a fin de posibilitar una explicación del trabajo realizado a cualquier público tratando de hacer entender los objetivos y resultados principales del mismo.
CB5	Que los estudiantes hayan desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía.
	El TFG es un elemento que exige sin ningún tipo de duda autonomía e iniciativa personal desde el primer momento. Es cierto que se nos puede apoyar o guiar mediante recomendaciones de los tutores, autores/investigadores contrastados, etc. sin embargo, la responsabilidad de reflexionar, cambiar lo que no funciona o es

	erróneo y en definitiva avanzar y mejorar es nuestra; es decir, nos permite al máximo ser partícipes de nuestro aprendizaje y trabajo.
--	--

CG1	Conocer y comprender para la aplicación práctica: - Aspectos principales de terminología educativa. - Características psicológicas, sociológicas y pedagógicas de carácter fundamental, del alumnado en las distintas etapas y enseñanzas del sistema educativo. - Objetivos, contenidos curriculares y criterios de evaluación y, de un modo particular, los que conforman el currículo de Educación Primaria. - Principios y procedimientos empleados en la práctica educativa. - Principales estrategias de enseñanza- aprendizaje. - Fundamentos de las distintas disciplinas que estructuran el currículo. - Rasgos estructurales de los sistemas educativos.
	Es necesario conocer cómo funciona el sistema educativo y el currículo, sus características, elementos, etc. para poder llevar a cabo un trabajo de este tipo. Es decir, nuestros planteamientos y objetivos, tienen que ir a la par de los elementos que conforman el área educativa para así poder dar respuesta con la mayor precisión a los problemas y/o situaciones que articulan nuestro trabajo.
CG2	Desarrollar un compromiso ético en su configuración como profesional, que potencie la idea de educación integral con actitudes críticas y responsables, garantizando la igualdad de mujeres y hombres, la igualdad de oportunidades, la accesibilidad universal de las personas con discapacidad y los valores propios de una cultura de la paz y de valores democráticos.
	El TFG también exige y supone el desarrollo de valores y de actitudes de respeto, tolerancia, etc. en todo su proceso de realización. Sea cual sea el objeto/tema de estudio del trabajo, la idea es llevar a cabo un proyecto que trate de dar respuesta a las preguntas, objetivos, problemas... que nos hayamos planteado al principio, sin excluir a ningún alumno sea cual sea su condición.
CEMP70	Ser capaces de relacionar conocimientos teóricos y prácticos con la realidad del aula y del centro.
	La conexión teoría-práctica es uno de los ejes vertebradores del TFG. La posibilidad de reflexionar sobre la práctica docente para después, extraer conclusiones y comparar con las investigaciones y documentación existentes, es algo absolutamente necesario e imprescindibles en nuestra formación como Maestros de Educación Primaria.
CEMP71	Participar en la actividad docente y aprender a saber hacer, actuando y reflexionando desde la práctica, con la perspectiva de innovar y mejorar la labor docente.
	El TFG es el reflejo de que un Maestro necesita “reciclarse” y actualizarse constantemente a fin de adaptarse a los cambios que se producen en la sociedad y así, de esta manera, poder dar respuesta a las necesidades y problemas que tiene el alumnado dentro del sistema educativo. En el desarrollo del TFG son necesarias actitud de reflexión constante, ganas e interés por mejorar y aprender cada día, etc.
CEMP72	Participar en las propuestas de mejora en los distintos ámbitos de actuación que desde un centro se pueda ofrecer.

	Es necesario mostrar una actitud de estar dispuestos y abiertos a cambiar aquello que no funciona y mejorar, ser partícipes del desarrollo y crecimiento de un centro y en definitiva del sistema educativo, etc.
	Conocer formas de colaboración con los distintos sectores de la comunidad educativa y del entorno social.
CEMP74	Ya sea a través del diálogo e intercambio de ideas y opiniones con otros docentes, familias, órganos de dirección de un centro, etc. se pone de manifiesto la necesidad de esta colaboración a fin de garantizar una enseñanza de calidad centrada en el alumno y en sus necesidades.

10. ANEXOS

Anexo 1 – UD sobre masa, volumen y densidad

SITUACIÓN PROBLEMA Y SU ANÁLISIS CUALITATIVO

Se plantea a los alumnos esta conocida historia:

Arquímedes fue llamado por el rey Herón de Siracusa, donde Arquímedes vivió en el siglo III A.C., para tratar de resolver el siguiente problema:

Se cuenta que el rey Herón de Siracusa le había entregado a un orfebre una cierta cantidad de oro para que con ella le hiciera una corona. Cuando estuvo terminada, se decía que el orfebre había sustituido una parte del oro por una cantidad equivalente de plata, devaluando con ello la corona y engañando, pues, al rey.

El rey encargó a Arquímedes que descubriera si había sido engañado. El problema que Arquímedes debía resolver era determinar si el joyero había sustraído parte del oro o no, pero no podía romper la corona para averiguarlo.

Arquímedes no encontraba ninguna solución al problema, sin embargo, se dice que mientras se disponía a bañarse en una tina (bañera), en la que por error había puesto demasiada agua, al sumergirse en ella, parte del agua se derramó.

Arquímedes se dio cuenta de que este hecho podía ayudarle a resolver el enigma planteado por Herón y fue tal su alegría que, desnudo, salió corriendo de la tina gritando "¡Eureka, eureka!" ("¡Lo encontré, lo encontré!").

Imaginaos en la situación de Arquímedes: ¿Qué observáis cuando os metéis en una bañera que está a rebosar?, ¿qué pudo observar y pensar este conocido personaje?

Los alumnos manifiestan observaciones, como: “*si me meto muy rápido, salpico mucho más agua que si me meto despacio*”, “*de pequeño sacaba menos agua que ahora*”, “*si me sumerjo, la altura del agua en la bañera sube, mientras que si salgo del agua, baja*”, “*Arquímedes uso diferentes materiales*”, etc. Muchas de estas manifestaciones pueden servir para iniciar pequeñas investigaciones que ayudarán a los alumnos a construir conceptos físicos básicos, como masa, peso, volumen, densidad, flotabilidad, empuje etc. La simple pregunta anterior, como es muy abierta, da lugar a que se puedan plantear muchos interrogantes:

1 - ¿De qué depende que salpique más o menos agua?

2 - *¿Por qué cuando era más pequeño, echaba menos agua fuera de la bañera?*

3 - *¿Por qué aumenta o disminuye el nivel del agua de la bañera según entre o salga?*

4 - *¿De qué materiales, además de oro, estaba hecha la corona?, ¿en qué se diferencian estos materiales?, ¿qué relación existe entre la masa y el volumen para que los objetos o materiales sean diferentes?, ¿por qué el joyero había engañado al rey?*

Estas preguntas (y las respuestas iniciales que puedan dar los alumnos) quedarán anotadas en una cartulina visible en un lugar de la clase; después volveremos sobre ellas para dar respuesta de una forma adecuada en base a las experiencias que se vayan realizando.

Para dar respuesta a estas cuestiones previas, se van a llevar a cabo una serie de experiencias con el fin de construir, diferenciar y explicar los conceptos que nos permitirán después llegar a la densidad.

Algunas de estas cuestiones se pueden explicar por leyes ya conocidas (masa, volumen etc.). Otras se estudiarán más adelante (peso, empuje, desplazamiento, estructura de la materia, etc.). En definitiva, todo esto nos servirá como punto de arranque para la comprensión, entendimiento y aprendizaje del concepto de densidad de los sólidos y su vinculación con la estructura molecular.

MASA

Reconocimiento de que todo cuerpo tiene materia, es decir, tiene masa

Es necesario explicar a los alumnos, que todos los cuerpos (independientemente de su aspecto/apariencia u otras características) tienen una masa. De igual manera, los líquidos y los gases también tienen una masa. Es decir, se trata de hacer que entiendan que cualquier cuerpo u objeto de su entorno tiene una masa; ya sean objetos que tienen mucha masa (la mochila del colegio cargada de libros) o poca masa (un bolígrafo o una goma de borrar).

En este punto, les daremos una serie de objetos (les pueden escoger ellos mismos igualmente) para que comiencen a comparar masas de diferentes cuerpos y objetos. Posteriormente “jugaremos” con la masa de los cuerpos elegidos realizando estimaciones y comparaciones, etc.

Definición de masa

Pediremos a los alumnos que, tras haber asimilado y teniendo claro que todos los cuerpos (sin excepción) tienen masa, nos digan una definición de masa. Apuntaremos y haremos un recopilatorio de todas las definiciones para que comparen con la definición que nosotros les damos:

- La masa es la cantidad de materia que tiene un cuerpo.

Estimación y medición de la masa (balanzas y básculas).

En primer lugar, es preciso repasar cuales son las unidades de medida de la masa. Para ello, pondremos a nuestros alumnos en el contexto en el que se encuentran cuando por ejemplo se pesan en la farmacia o en alguna revisión médica. Es muy posible que enseguida nos digan los kilogramos que pesa cada uno de ellos. Desde aquí es donde se puede decir a los alumnos que la masa se puede medir en kg, gramos, etc.

Tras este punto, pasamos a medir y calcular la masa de los diferentes objetos sobre los que antes hemos hablado:

1. Daremos a nuestros alumnos una tabla como la siguiente:

OBJETOS	MASA ESTIMADA (en gramos, kg...)	MASA REAL (en gramos, kg...)
Objetos seleccionados: hierro, madera, bolígrafo, libro, cuchara, comida, etc.		

2. Con todos los objetos de los que disponen, deberán realizar una estimación de la masa que tiene cada uno de ellos.
3. Repartiremos a cada uno de los grupos de trabajo una balanza y una báscula. Antes de explicar (si fuera necesario) como funciona cada uno de estos instrumentos les dejaremos que hagan pruebas.

- Balanza: primero se coloca el objeto que queremos pesar en un plato de la balanza. A continuación, se van poniendo pesas en el otro plato de la balanza hasta que se equilibran los platos.
- Báscula electrónica: muestra directamente la masa en una pantalla al situar el objeto/cuerpo sobre ella.



4. Medición de masa:

Desarrollo: los alumnos tendrán que medir y comparar la masa de los distintos objetos de los que disponen. Para ello los pesarán en la balanza/báscula e irán apuntando los distintos datos.

Materiales: objetos (madera, hierro...), balanza/báscula.

Variables:

- Dependiente: masa.
- Independiente: objetos utilizados (madera, hierro...).
- Control: balanza/báscula situada siempre en el mismo lugar (gravedad constante).

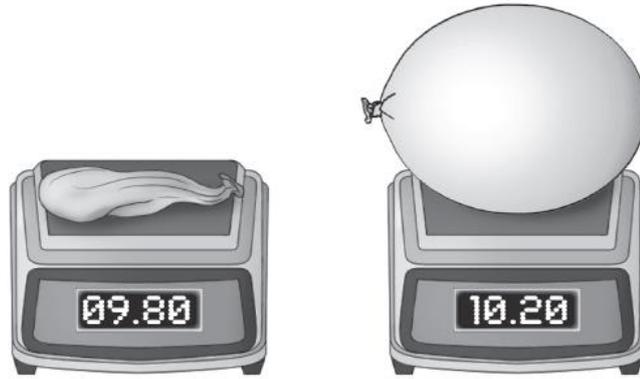
Tras esta experiencia, haremos a los alumnos la siguiente pregunta: *¿Tiene masa el aire? ¿Cómo podríamos comprobarlo?* Para analizar este hecho, se procede a la siguiente experiencia:

Materiales necesarios

Un globo, una balanza de precisión.

Procedimiento

1. Pesa un globo vacío en una balanza de precisión. Anota el resultado en la tabla inferior.
2. Seguidamente inflalo, espera unos segundos a que el aire de dentro se enfríe y pésalo de nuevo. Anota el resultado en la tabla inferior.

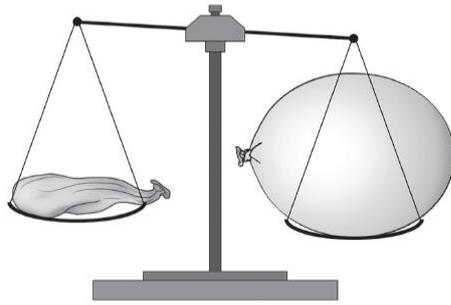


	Peso del globo (g)
Vacío (tras el paso 1)	
Lleno (tras el paso 2)	

- Calcula el peso del aire que hay dentro del globo lleno.

También, los alumnos pueden realizar esta experiencia con una balanza. En este punto puede ser interesante el hecho de construir una balanza casera con los alumnos. Para ello:

- **Materiales:** dos globos, una hoja de papel (o pajita), cuerda, cinta adhesiva.
- **Procedimiento/desarrollo:** para elaborar la balanza, se enrolla la hoja de papel y se cuelga esta “barra” por la mitad de manera que ambos brazos queden igualados. Después se cogen dos globos iguales, uno inflado y el otro deshinchado y se coloca cada uno en los extremos de nuestra balanza; los pegamos con cinta adhesiva.
- Si queremos que nuestra balanza sea más precisa y sea más elaborada, podemos utilizar una percha y hacer colgar de los extremos dos tapones de plástico (de colacao por ejemplo) que simulen los platillos de la balanza real; estos platos los atamos a la percha mediante cuerdas.



VOLUMEN

Reconocimiento de que todo cuerpo ocupa un espacio, definición de volumen

La idea fundamental que se pretende que adquieran los alumnos, es que el volumen es el espacio ocupado. Para ello comenzamos con la siguiente pregunta: *¿Qué pesa más un kilo de hierro o un kilo de lechuga?*

La variedad de respuestas puede ser amplia, sin embargo, lo más probable es que nos digan que el kilogramo de hierro pesa más que el kilogramo de lechuga por el hecho de que el hierro se asocia siempre a algo muy pesado y “tosco” y la lechuga es algo muy liviano y blando.

Tras este momento de intercambio de opiniones y debate, presentamos a nuestros alumnos varios productos: sal, arroz, espinacas, lechuga... Nos hemos encargado de que la masa de cada uno de estos productos sea la misma, sin embargo, ellos tienen que averiguarlo (lo han estado midiendo en las experiencias anteriores). En este punto, se darán cuenta y apreciarán:

1. Todas las cantidades de producto de las que disponen tienen la misma masa (pesan lo mismo).
2. Cada uno de estos productos, pese a tener la misma masa, ocupan un espacio diferente (por ejemplo las espinacas ocupan más espacio que el arroz).

Después de esta breve experiencia, les volveremos a hacer la pregunta inicial pero añadiendo algo más: *¿Qué pesa más un kilo de hierro o un kilo de lechuga? ¿En qué se diferencian?*

En este momento, la idea es que nos respondan que un kilo de hierro = un kilo de lechuga; la diferencia es que la masa de lechuga ocupa un espacio mayor que el hierro. Al espacio

ocupado por un cuerpo u objeto, independientemente de otras características, se le llama volumen.

Es necesario hacer ver a los alumnos, que todos los cuerpos (independientemente de su aspecto/apariencia u otras características) tienen un volumen. Es decir, se trata de que entiendan que cualquier cuerpo u objeto de su entorno tiene un volumen; ya sean objetos que son muy grandes como cuerpos muy pequeños.

En este punto, les daremos una serie de objetos (les pueden escoger ellos mismos igualmente) para que comiencen a volúmenes de diferentes cuerpos y objetos. Posteriormente “jugaremos” con el volumen de los cuerpos elegidos realizando comparaciones, etc.

¿Cómo calcular el volumen?

Con los mismos objetos que en el caso de la medición de masas, procederán a medir el volumen. Para ello dispondrán de vasos graduados, probetas o cubas con agua, reglas, etc. Al igual que en el caso de la masa, apuntarán los datos correspondientes de cada cuerpo en una tabla de este tipo:

OBJETOS/CUERPOS	VOLUMEN ESTIMADO (en ml, cl, l, cm ³ ...)	VOLUMEN REAL (en ml, cl, l, cm ³ ...)

➤ Para calcular el volumen de un objeto/cuerpo que se hunde:

Experiencia 1

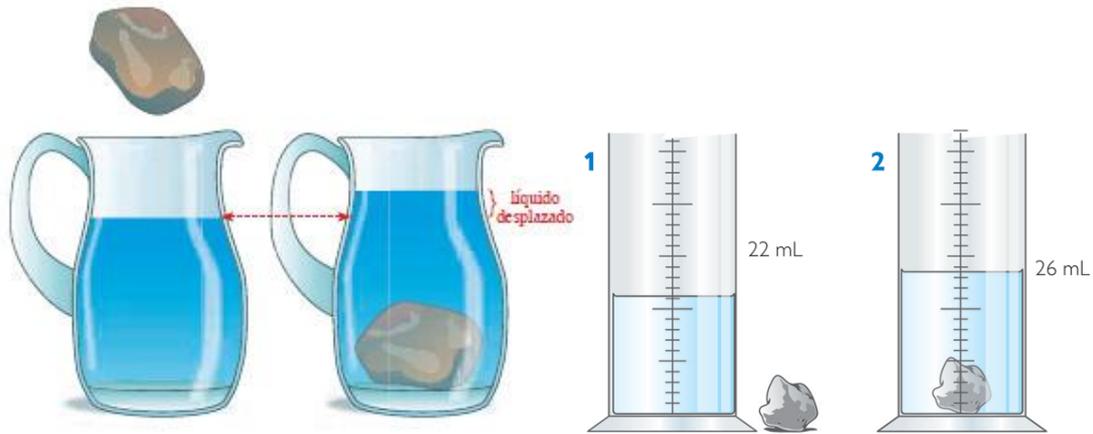
1. Poner agua en la cubeta y apuntar el volumen. Introducir el objeto. Observar que el nivel de agua ha ascendido.
2. La diferencia de medidas (inicial y final) corresponderá al volumen de dicho objeto.

Materiales: objetos (acero, hierro, aluminio...), probeta, agua.

Variables:

- Dependiente: volumen

- Independiente: objetos y cuerpos utilizados
- Control: probeta situada siempre en el mismo lugar (gravedad constante) y con la misma cantidad de agua.



Para calcular el volumen, utilizando este mismo método pero de una manera más precisa y gráfica, podríamos:

- 1 – Echamos agua en una probeta y marcamos (con un rotulador u otro útil) la medida.
- 2 – Introducimos el objeto/cuerpo del cual queremos conocer el volumen y volvemos a hacer otra marca en la probeta hasta la medida donde haya subido el agua.
- 3 – Con ayuda de una pequeña bomba, extraemos tanta agua de la probeta como diferencia haya entre la medida final y la medida inicial y la vamos depositando en otro recipiente (ejemplo: un vaso de precipitados); hay que tener en cuenta que con el fin de que la cantidad perdida de agua sea inapreciable, se realizarán varios “trasvases”.
- 4 – Una vez en el vaso de precipitados, y con una jeringuilla (lo más precisa posible) cogemos el agua y vemos la equivalencia entre el volumen de agua que tenemos y el volumen del cuerpo/objeto introducido.
- 5 – Los dos volúmenes (agua y cuerpo), como es lógico, son equivalentes.

Tras esta experiencia, haremos a nuestros alumnos que vuelvan a las cuestiones iniciales para que lo comparen lo que sucede en esta experiencia y traten de dar una respuesta. Por ejemplo las preguntas:

1 - *¿De qué depende que salpique más o menos agua?*

2 - *¿Por qué cuando era más pequeño, echaba menos agua fuera de la bañera?*

La idea es que entiendan (tras haberlo hecho de forma práctica) que cuando introducen un objeto de mayor tamaño (más volumen) el nivel de agua aumenta más que si introducen otro objeto de menor tamaño (menos volumen). Es en este punto, donde muchos pueden entender que por ese motivo, si se meten a la bañera ahora, el nivel de agua sube más que cuando eran pequeños; se les puede preguntar ¿a qué se debe este hecho? La idea es que nos respondan que ahora tienen mayor tamaño (más volumen, ocupan un espacio mayor) que cuando eran pequeños (menos volumen, ocupaban un espacio menor).

➤ **Para calcular el volumen de cuerpos/objetos regulares (en concreto cubos/prismas cuadrangulares) que no se hundan:**

Sin embargo, hay que tener en cuenta aquellos cuerpos/objetos que no se hundan como por ejemplo el porexpan (que van a utilizar en el diseño experimental), la madera, el corcho, etc.

En este punto, les daremos un trozo de uno de estos materiales para que piensen como podrían calcular su volumen. Se darán cuenta que si lo meten en la probeta, además de no hundirse, el nivel de agua no varía. Es posible que de entre alguno de los grupos surja la idea de cortar o “formar” una figura geométrica regular del material del que disponen ya que han estado trabajando geometría en la asignatura de matemáticas.

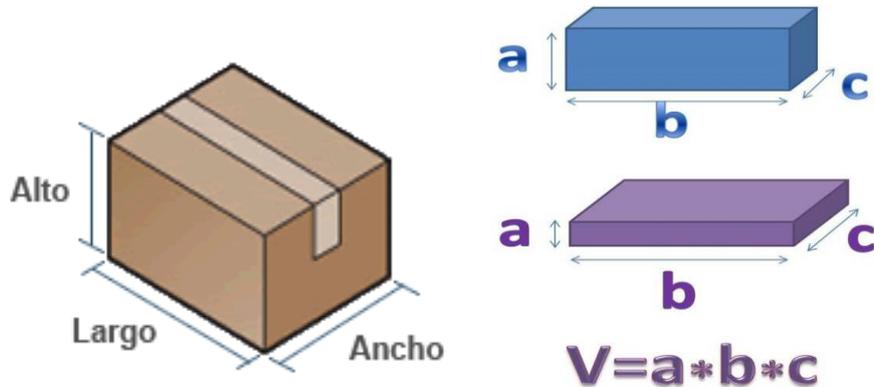
Experiencia 2

1. Se mide el largo, el ancho y el alto.
2. Se multiplican estas tres medidas.

Materiales: objetos y cuerpos (cubito de hielo, madera, corcho, poliestireno...), regla.

Variables:

- Dependiente: largo, ancho y alto (volumen)
- Independiente: objetos y cuerpos utilizado
- Control: utilizar la misma unidad de medida (en cm).



Experiencia 3 - ¿Podríamos calcular el volumen de cuerpos que no se hunden de otra manera?

Los alumnos ya han visto que cuerpos y objetos como el porexpan, la madera... no se hunden y por lo tanto no pueden calcular su volumen viendo la cantidad de líquido desplazado. En esta experiencia se les propone otra alternativa para calcular el volumen de objetos con esas características, consistente en usar un “peso muerto” para hacer que estos cuerpos se vayan al fondo; de tal manera, que aunque de manera natural floten, se irán al fondo del recipiente donde los sumerjamos. Los pasos a seguir serían los siguientes:

- 1 – Agregamos a nuestro material (corcho, madera...) un “peso muerto” como por ejemplo un imán.
- 2 – Sumergimos dicho conjunto y calculamos el volumen.
- 3 – Sumergimos solo el objeto que hace de “peso muerto” y calculamos su volumen.
- 4 – Calculamos la diferencia entre ambos volúmenes y tenemos el volumen de nuestro material “flotante”.

✓ *Para materiales con esas características (flotan en agua), para calcular el volumen, los alumnos pueden utilizar cualquiera de los dos métodos que hemos enseñado y planteado, sin embargo, con esta última experiencia no nos tenemos que preocupar*

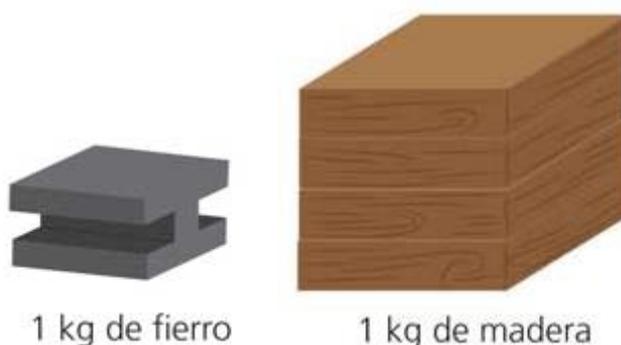
de que el corcho, la madera, etc sean poliedros o cuerpos regulares a la hora de tener que utilizar las medidas (largo, ancho, alto...).

Diferencia entre volumen y masa

Tras estas breves experiencias, plantaremos a nuestros alumnos el siguiente contexto, con el fin de que los alumnos entiendan, de forma clara y precisa, la diferencia entre la masa y el volumen.

Les mostramos un trozo de hierro y un trozo de madera. Nosotros sabemos que ambos tienen la misma masa (los alumnos no). Proponemos estas preguntas:

- ¿Qué objeto tiene mayor volumen?
- ¿A simple vista, tienen los dos objetos la misma masa o por el contrario, es diferente?



En cuanto a la primera cuestión, no van a tener ningún problema en decirnos que el bloque de madera tiene un volumen mayor que el del hierro. En cambio con respecto a la segunda pregunta, es posible que presenten alguna dificultad más; tras comentar un poco esta situación, les dejaremos que comprueben por medio de la balanza sus predicciones acerca de la masa de los bloques. Los alumnos se darán cuenta y formularán evidencias tales como:

- *Ambos bloques tienen la misma masa pese a que el trozo de hierro tiene menor tamaño (y por consiguiente menor volumen) que el de madera.*
- *El volumen del bloque de madera es mayor que el de hierro puesto que ocupa más espacio.*

Conclusiones sobre masa y volumen

- El volumen es mayor cuanto mayor es el tamaño y espacio que ocupa un cuerpo u objeto.
- Es posible encontrar cuerpos con la misma masa pero distinto volumen.
- El material del que está hecho un objeto determina la masa y el volumen del mismo.

Con esta experiencia, los conceptos de masa y volumen quedarán perfectamente definidos.

DENSIDAD

Tras las experiencias y aclaraciones anteriores, se puede empezar a seguir repasando y construyendo el concepto de densidad.

Partiendo y enlazando con la última experiencia realizada, cada grupo dispondrá en su mesa de los siguientes materiales: un trozo de madera y otro de hierro (ambos con la misma masa pero distinto volumen) y una cubeta o probeta con agua. Plantemos a los alumnos la siguiente pregunta:

- ¿Qué ocurrirá cuando introduzcamos el hierro y la madera en el agua?

Tras dejar unos minutos para que hagan sus predicciones acerca de lo que puede pasar, pasaremos a comprobar prácticamente lo que sucede. Observarán que por un lado el trozo de hierro se va al fondo pero en cambio la madera flota; en este punto es muy posible que se observen y razonen: *“Tienen la misma masa pero el hierro ocupa menos espacio (volumen)”*, *“ha influido alguna propiedad del agua en este fenómeno”*, etc.

Los alumnos comprueban (se han dado cuenta) que en este proceso de hundimiento o flotación de los cuerpos están implicadas dos magnitudes físicas: la masa y el volumen del objeto. Han apreciado de forma evidente que a igualdad de masa, el bloque con menos volumen (hierro) se hunde y el bloque con más volumen (madera) flota.

Les recordaremos y explicaremos que esta relación entre masa y volumen es lo que se conoce como densidad, una propiedad de la materia que se define como la cantidad de masa por unidad de volumen.

A continuación, preguntaremos por la relación matemática existente entre la masa (en kg) y el volumen (en litros), indicándoles si fuera necesario que elijan una de las siguientes expresiones:

- a) Densidad = Masa / Volumen
- b) Densidad = Masa * Volumen
- c) Densidad = Volumen / Masa
- d) Densidad = Masa + Volumen

Tras aclarar cuál es la fórmula correcta y porqué, les recordaremos que la densidad se mide en kg/m^3 en el sistema internacional aunque es posible que en algunos contextos vean también g/cm^3 y el kg/l .

Experiencia densidad

- Materiales: recipientes de igual volumen, sólidos de los que queremos calcular la densidad (café molido, azúcar moreno, harina de trigo...), balanza/báscula.
- Desarrollo: con el fin de conocer de forma más precisa qué es la densidad, cuál es la relación existente entre la masa y el volumen, etc vamos a realizar una experiencia utilizando sólidos de nuestra vida cotidiana (por ejemplo en referencia a la alimentación) como pueden ser el azúcar, la harina y el café.

La idea es que los alumnos comprueben de forma experimental qué es la densidad, porqué una sustancia tiene más densidad que otra (masa, volumen), etc. Para ello se darán cuenta de que a igualdad de volumen (recipientes de $0.3\text{L} = 300\text{ cm}^3$) la masa de cada uno de los sólidos de los que disponen varía.

Este experimento pretende aglutinar las experiencias anteriores sobre la masa y el volumen con lo que los alumnos irán tomando datos y los irán apuntando en una tabla como la que aparece a continuación:

Sólido a analizar	Masa (en gramos)	Volumen (en cm^3)	Densidad (en g/cm^3)
Harina de trigo	160 g	300 cm^3	0,53 g/cm^3

Azúcar moreno	310 g	300 cm ³	1.03 g/cm ³
Café molido	110 g	300 cm ³	0,36 g/cm ³



Se puede hacer este diseño experimental con más sólidos (cola cao, sal, etc) con el fin de comparar densidades de sustancias comunes en nuestro día a día.

▪ Variables:

- Dependiente: masa y densidad de cada sólido.
- Independiente: sólidos a utilizar.
- Control: utilizar recipientes con el mismo volumen.

Otras experiencias (desafíos/retos, para grupos que vayan más avanzados...)

1. Otra alternativa para que los alumnos entiendan y “jueguen” con la densidad (siempre con el mismo volumen), pueden ser experiencias que consistan en igualar dichas densidades de los diferentes sólidos para que así aprecien como para tener la “misma” densidad de un sólido, tenemos que tener más o menos masa del otro sólido; por ejemplo con los sólidos de los que disponemos, ver como igualar la densidad de la harina y el café (quitando harina).
2. También puede ser interesante el hecho de entender que una sustancia siempre tiene la misma densidad; es decir, jugar con la masa y el volumen con la finalidad de comprobar que la densidad sigue siendo la misma. Para ello podemos servirnos de los recipientes anteriores y utilizar otros de distinto volumen. Utilizaremos una tabla como la siguiente (se muestra un ejemplo de una sustancia):

Sólido a analizar	Masa (en gramos)	Volumen (en cm ³)	Densidad (en g/cm ³)
Azúcar moreno	310 g	300 cm ³	1.03 g/cm ³
Azúcar moreno	520 g	500 cm ³	1.04 g/cm ³
Azúcar moreno	825 g	800 cm ³	1.03 g/cm ³

Es importante tener en cuenta, y hacérselo ver a nuestros alumnos, que el valor de la densidad puede no ser exacto al 100% en los tres casos, debido a que no siempre se va a llenar el volumen al máximo (puede haber algún pequeño espacio más). Lo importante es que capten la idea y entiendan que la densidad es la masa por unidad de volumen con lo que, haciendo referencia a una misma sustancia:

- A mayor volumen, más masa.
- A menor volumen, menos masa.
- Pero en ambos casos, la densidad es la misma.



3. Otra experiencia interesante, puede ser “jugar a igualar densidades”, es decir, utilizando un mismo volumen, comprobar de forma práctica, como varía (aumenta o se reduce) la masa de una determinada sustancia para así conseguir la misma densidad que la otra. Se muestra a continuación un ejemplo entre en la harina y el azúcar.



Se aprecia claramente como para conseguir la “misma densidad” en el mismo volumen, necesitamos una masa mucho menor de azúcar que de harina.

Sólido a analizar	Masa (en gramos)	Volumen (en cm^3)	Densidad (en g/cm^3)
Azúcar moreno	310 g	300 cm^3	1.03 g/cm^3
Harina	160 g	300 cm^3	0,53 g/cm^3

Sólido a analizar <i>(modificado)</i>	Masa (en gramos)	Volumen (en cm^3)	Densidad <u>teniendo en cuenta que no todo el volumen del recipiente se utiliza</u> (en g/cm^3)
Azúcar moreno	160 g	300 cm^3	0,53 g/cm^3

4. Esta experiencia que se plantea, puede resultar “chocante” e interesante a nuestros alumnos. Les preguntaremos: ¿Se puede conocer la densidad del aire?

En este punto, podemos escuchar las sugerencias de nuestros alumnos por si se les ocurre alguna manera de resolver este problema. En cualquier caso, seguiremos los pasos que se ven a continuación en el siguiente vídeo:

- <https://www.youtube.com/watch?v=WCXNakesZgE>

1. Se parte de un recipiente (una botella) lleno de líquido.
2. Se mide su volumen (cantidad de líquido que contiene).
3. Se mide la masa de la botella.
4. Se extrae el aire de la botella (se hace el vacío) con la bomba.
5. Se vuelve a medir la masa de la botella (se habrá reducido con respecto a la medición anterior).
6. La diferencia de las dos mediciones de masa corresponde a la masa del aire.
7. Se calcula la densidad (ya que tenemos el volumen y la masa del aire).



5. En el anexo 3 (ficha densidad) puede verse una pequeña secuencia para seguir trabajando la densidad de modo complementario y como ampliación. Esta breve secuencia parte de un problema inicial que puede resultar muy interesante para el alumnado.

Sin embargo, los alumnos (o nosotros mismos) podemos plantearles otras dudas y cuestiones como “¿por qué el hierro flota en el agua y la madera se hunde?”

- Para explicar este hecho, llevaremos a cabo un ejercicio de cálculo de densidades. Este ejercicio lo realizarán de forma práctica:

En primer lugar medirán la masa (balanza) y el volumen (tendrán que determinar si con el método de la probeta o multiplicando medidas en función de si el cuerpo se hunde o flota).

➤ *Una vez que hayan medido obtendrán:*

Hierro: masa 1 kg, volumen 0,12 m³

Agua: masa 1 kg, volumen 1 m³

Madera: masa 1 kg, volumen 1,25 m³

a) *Calcular la densidad de los tres elementos.*

b) *Determinar cuál de los tres presenta una mayor densidad*

Tras todo este proceso de explicaciones, ejercicios, etc. les preguntaremos a los niños: “¿cuál es la relación entre las densidades del hierro, la madera y el agua en base a la experiencia anterior?”, “¿qué significa por lo tanto que un objeto, cuerpo o sustancia sea más denso que otro?”, etc. Posibles respuestas:

- El hierro es más denso que el agua y por eso se hunde.
- La madera es menos densa que el agua y por eso no se hunde y flota.

- Cuando decimos que un cuerpo o sustancia es más denso que otro cuerpo o sustancia, estamos diciendo que, en el mismo volumen, la primera sustancia/cuerpo tiene más cantidad de materia que la segunda sustancia/cuerpo.

Llegados a este punto, habría que retomar las cuestiones iniciales en alusión a la experiencia de Arquímedes con el fin de dar respuesta a esos interrogantes. La idea es que comparen sus creencias iniciales con las que tienen tras todo el conjunto de experiencias realizadas.

Problema a investigar

- ✓ *¿De qué magnitudes y propiedades depende la mayor o menor densidad de un cuerpo sólido?*
- ✓ *¿Influye la estructura de un cuerpo o material a la hora de determinar su densidad?*

Para tratar de resolver esta situación problemática, vamos a utilizar como materiales diferentes tipos de poliestireno (expandido y extrusionado). Se lo mostraremos a los alumnos para conocer sus ideas previas y conocer las hipótesis que plantean ante la pregunta problema.

IDEAS PREVIAS (HIPÓTESIS)

En una conversación conjunta se discuten las diferentes opiniones y en la pizarra se apuntarán las proposiciones más interesantes para poder dar respuesta a la situación problemática. A veces se propondrán soluciones acertadas, las cuáles, así como todas las demás, deberán aceptarse como correctas cuando estén demostradas por la experimentación.

- 1) *La densidad depende de la masa y volumen del cuerpo.*
- 2) *La cercanía o lejanía de las partículas que forman un cuerpo influye en la densidad.*
- 3) *La existencia de poros en el cuerpo u objeto influye en la densidad.*

EXPERIMENTACIÓN

Antes de comenzar esta parte de experimentación, los alumnos deberán dar una “escala” de densidades (incluyendo masa y volumen) de los diferentes tipos de poliestireno. En cada caso, tratarán de justificar el porqué de esa densidad; lo realizarán en los mismos grupos de trabajo destinados a la parte de experimentación con el fin de que les sirva de base para que empiecen a desarrollar y construir el modelo de densidad.

MATERIALES (poliestireno)	MASA (en gramos)	VOLUMEN (en mm ³ o cm ³)	DENSIDAD (en g/cm ³ , g/mm ³)	JUSTIFICACIÓN

Con esta actividad se pretende que los alumnos tengan claro y se den cuenta de aquellas propiedades que pueden tener influencia en que un cuerpo sólido presente mayor o menor densidad. Es importante destacar el hecho de que en el tema anterior ya se han introducido algunos aspectos relativos a la estructura molecular y atómica de los objetos con lo cual es un punto a favor ya que podremos vincularlo al concepto de densidad que es nuestro objetivo.

- 1) ***Para contrastar la hipótesis 1*** que hace referencia al papel que juegan la masa y el volumen, podemos remitir a los alumnos a los experimentos que han estado realizado en la sesión anterior: medir la masa y el volumen de determinados cuerpos o sustancias, calcular la densidad, etc.

Antes de empezar la experimentación con los bloques de poliestireno, los alumnos tendrán que calcular la densidad de cada uno de los diferentes tipos que se van a emplear. Al igual que en los experimentos de cálculo de volúmenes de cuerpos que no flotan, se darán cuenta de que tienen dos alternativas:

1. Conseguir figuras geométricas; formarán cubos de igual volumen de cada uno de los tipos de poliestireno (largo, alto y ancho). Acto seguido medirán la masa de los cubos.
2. Si no pueden obtener cuerpos regulares, deberán proceder a hundir el poliestireno. Este punto es importante ya que después de los experimentos y teniendo en cuenta estos datos, los alumnos podrán llegar a un entendimiento mayor asociando la

mayor o menor densidad del material al tipo de estructura que posee (partículas más juntas o más separadas, existencia de poros y aire etc.).

- Densidad poliestireno expandido o porexpan (EPS): Entre 10 y 35 kg/m³
- Densidad poliestireno extrusionado (XPS): Entre 20 y 50 kg/m³

3. **Para contrastar las hipótesis 2 y 3** se plantea lo siguiente:

- **Materiales:** distintos tipos de poliestireno (extrusionado, expandido), cuchillo, microscopio, báscula y regla.
- **Desarrollo:** esta experiencia se basa y fundamenta en la observación de la estructura del poliestireno. Para ello los alumnos podrán (el orden es indiferente) observar a microscopio la estructura de los materiales o empezar por apreciarlo a simple vista. En este último caso, es preciso que los alumnos realicen un pequeño corte de la pieza de poliestireno para así ver mejor las “bolitas” que forman el material.

Tras cada una de las observaciones a microscopio, los estudiantes tendrán que dibujar lo que han interpretado y visto.

Después de esta experimentación los alumnos comprobarán, con los datos reales y la estructura de los materiales, a que se debe la diferencia de densidad entre cada uno de los cubos de poliestireno; el volumen es el mismo lo que varía es la masa, mayor en el caso del poliestireno extrusionado.

- Para que el tiempo de observación a microscopio sea más dinámica y fluida, una opción puede ser tener un microscopio (por ejemplo en la mesa del profesor) por el que vayan pasando cada uno de los grupos para que aprendan a enfocar y así puedan ver cada uno de los tipos de poliestireno.
 - Otra opción puede ser que los alumnos sean ellos mismos los que, en su mesa y grupo de trabajo, enfoquen y desenfocuen hasta conseguir ver el material; de fondo habría una imagen en el proyector para que sepan lo que tienen que conseguir ver.
- **Variables:**
 - Dependiente: la cercanía o lejanía de las “bolitas” o partículas, masa de los cubos.

- Independiente: tipos de poliestireno.
- Control: utilizar la misma medida de observación en el microscopio, emplear cubos de igual volumen para los distintos tipos de poliestireno.

PREDICCIONES

<u>HIPÓTESIS</u>	<u>PREDICCIÓN</u>
La densidad depende de la masa y volumen del cuerpo.	A mayor cantidad de materia en menor cantidad de volumen, mayor es la densidad.
La cercanía o lejanía de las partículas que forman un cuerpo influye en la densidad.	Cuando las partículas están más juntas, mayor es la densidad. Cuando están más separadas, la densidad es menor.
La existencia de poros en el cuerpo u objeto influye en la densidad.	La existencia de poros tiene influencia en la densidad del cuerpo/objeto debido a la presencia de aire. Además cuantos más poros más aire, con lo que la densidad es menor.

ANÁLISIS DE DATOS

Poliestireno expandido 1 (porexpan)



Poliestireno expandido 2 (porexpan)



Poliestireno extrusionado



En esta parte de análisis de datos, los alumnos vincularán cada uno de los tipos de poliestireno a una mayor o menor densidad. Tras las observaciones y la experimentación se dan cuenta de:

- El poliestireno expandido presenta una estructura en la que se ven las “bolitas” que lo componen. Además haciendo un poco de fuerza y presión, podemos separar las “bolitas” que forman el material.
- En el poliestireno extrusionado no vemos más que una estructura blanca y homogénea (no se ven bolitas). Si hacemos presión y fuerza como en el caso anterior, lo único que logramos es partir un trozo del bloque sin que se dispersen bolitas.

En este momento, es preciso que los alumnos trabajen y busquen un modelo que justifique el análisis de datos realizado anteriormente. La idea es que, por grupos (los de la experimentación), defiendan dicho modelo delante de sus compañeros con el fin de

comprobar su capacidad para construir un modelo de densidad vinculado a la estructura de la materia. En esta parte los alumnos trabajan solos (sin preguntas que los guíen). Deben encontrar un modelo, justificarlo y defenderlo con el fin de comprobar si son capaces de “modelar”.

En estos “modelos” deberían introducir aspectos y conceptos como por ejemplo:

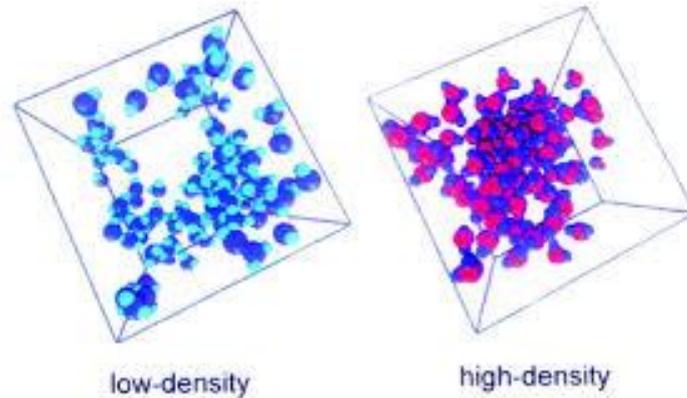
- Moléculas y partículas que forman un cuerpo.
- Diferencia en la estructura atómica molecular de un sólido, un gas y un líquido.

Una vez realizadas estas presentaciones/exposiciones de modelos, podemos después iniciar con mayor facilidad y precisión las fases de extracción de evidencias y conclusiones. De esta manera, tras proponer la explicación científica, los alumnos podrán compararlo con su modelo.

EVIDENCIAS

Tras realizar los experimentos y analizar los resultados obtenidos en base a las observaciones, resulta muy claro para los alumnos que:

- 1) En el caso del poliestireno expandido:
 - La densidad es menor, que la del poliestireno extrusionado, ya que las partículas (bolitas) que forman la estructura del material se ven a simple vista (están por lo tanto más separadas); dentro de los dos tipos de poliestireno expandido que hemos utilizado, es más denso el que presenta una estructura con las bolitas más pegadas y unidas (poliestireno expandido 2).
 - Además, al estar las partículas más separadas de lo que están en el caso del poliestireno extrusionado, la posibilidad de que entre aire es mayor; además al haber mayor espacio entre las partículas, existen también más poros.
- 2) En el caso del poliestireno extrusionado:
 - La densidad es mayor que la del poliestireno expandido ya que las partículas que forman la estructura del material no se ven a simple vista (partículas más juntas y unidas).
 - Además las partículas al estar más unidas impiden en mayor medida, en comparación con el expandido, que entre aire al interior de la estructura.

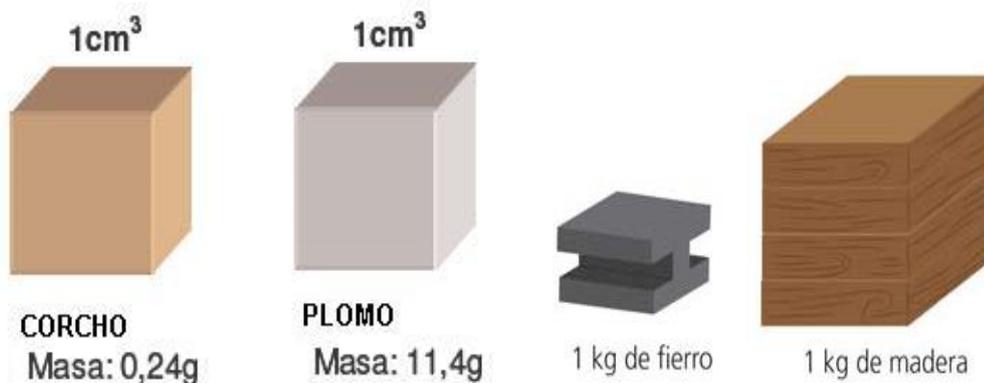


CONCLUSIONES

Los factores y propiedades que influyen en que un cuerpo u objeto sólido sea más denso que otro son los siguientes:

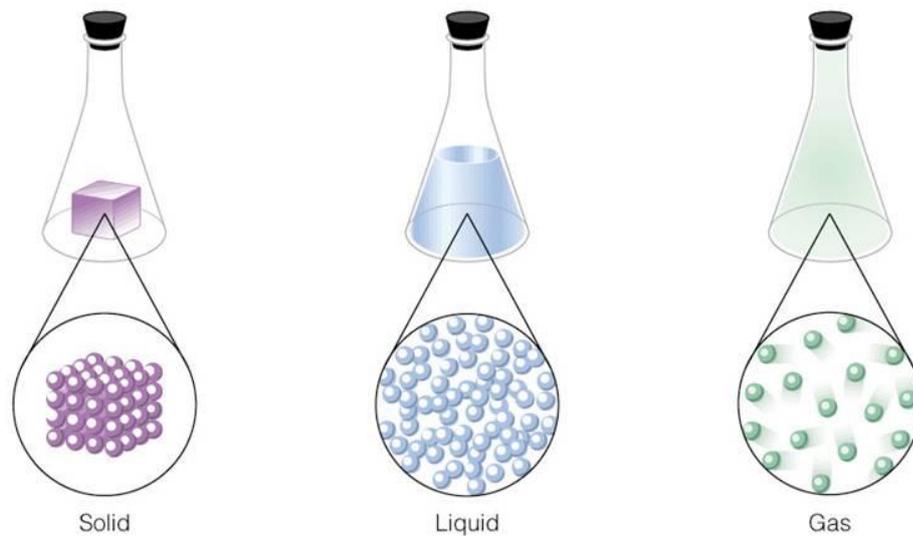
1) Masa y volumen.

La relación de estos dos conceptos en cuanto a una mayor o menor densidad queda clara gracias a las primeras experiencias. A igualdad de masa, el objeto/cuerpo que ocupe un volumen menor es el que mayor densidad tendrá. De la misma forma, a igualdad de volumen el que más masa tenga mayor densidad presenta.



2) Cercanía o lejanía de las partículas que forman el cuerpo u objeto.

Para poder explicar este hecho, es necesario recurrir y vincularlo a la estructura molecular de la materia. A la hora de explicar este concepto, en primer lugar, es básico destacar las diferencias en la estructura molecular entre un gas, un sólido y un líquido.



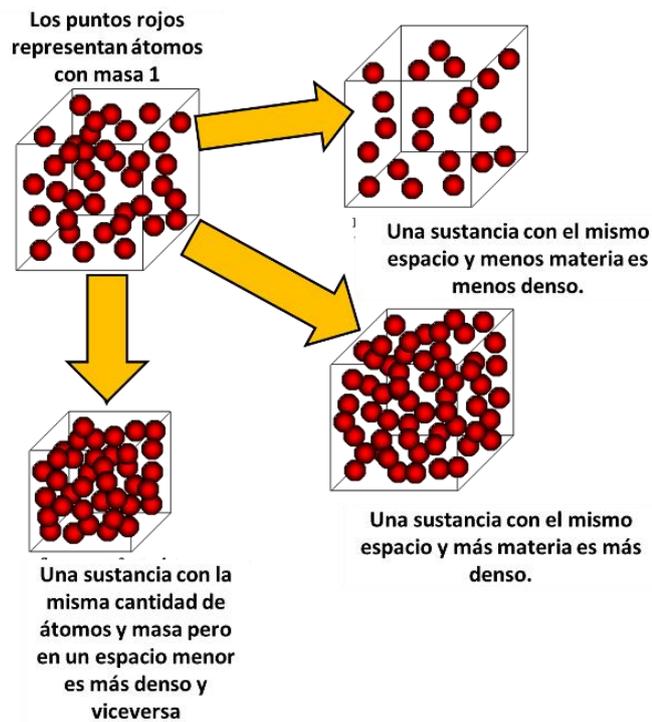
- ❖ **Sólido:** Las distancias existentes entre las partículas (átomos o moléculas consideradas como un todo) que lo estructuran son muy pequeñas, por lo que las fuerzas que forman sus enlaces son muy intensas.

En todos los casos, un sólido tiene en su estado natural un volumen y una forma definida y ofrece una resistencia a cualquier modificación de ellos. Los cuerpos sólidos pueden ser cristalinos o amorfos.

Centrándonos en el caso del poliestireno, las partículas del expandido están algo más separadas (con lo que la densidad es menor) en comparación con los átomos y moléculas que forman el extruido (la densidad es mayor). Es decir, a igualdad de volúmenes, la masa de poliestireno extrusionado será mayor que la masa de porexpan o poliestireno expandido.

- ❖ **Líquido:** El estado líquido es un estado intermedio entre el sólido y el gaseoso teniendo propiedades semejantes a ambos. Las distancias entre las partículas son algo más grandes que en el caso de los sólidos, por lo que las fuerzas que forman los enlaces son más débiles.
- ❖ **Gas:** La distancia entre sus partículas es lo suficientemente grande como para que las fuerzas de enlace entre ellas sean prácticamente despreciables, y en consecuencia se desplazan libremente.

En un gas, sus moléculas poseen un movimiento continuo y desordenado (caótico) cambiando su dirección y velocidad cuando se produce un choque entre ellas o con las paredes del recipiente que las contiene. Los gases tienden siempre a ocupar el máximo volumen.



3) Tipo de poros/agujeros.

De forma general, un material más poroso (madera) presentará una densidad menor que otro material menos poroso que él (hierro); esto se debe a que la existencia de poros supone la existencia de más aire/gas, líquido, etc. en la estructura del material. Sin embargo, resulta curioso el caso que nos ocupa ya que ambos materiales presentan la misma composición: cerca de un 95% es poliestireno y el 5% restante es gas/aire. La diferencia entre uno y otra es el tipo de burbuja que posee cada una de sus estructuras; el extrusionado presenta una estructura de burbuja cerrada con lo que entra menos aire/agua en comparación con el expandido.

4) Aire en el interior de la estructura

Esta cualidad/propiedad de materiales como el porexpan o el corcho, es la que hace que estos sólidos puedan tener una densidad menor que la de un líquido como el agua; por lo tanto flotan y no se hunden.

- ❖ Además en este punto sería interesante hacer volver a los alumnos a la situación de Arquímedes y vincular todos los conceptos y conclusiones. ¿Qué descubrió Arquímedes?, ¿por qué la corona hecha por el orfebre (plata y oro) era distinta a lo que había pactado con el rey en un principio (oro)?

Tras estas fases de evidencias y conclusiones (explicaciones científicas), es preciso que cada grupo compare su “modelo” con dichas explicaciones finales; de esta forma pueden apreciar en qué aspectos han modelado correctamente, en cuales pueden mejorar, etc.

VERIFICACIÓN-COMPROBACIÓN DE HIPÓTESIS

<u>HIPÓTESIS</u>	<u>PREDICCIÓN</u>	<u>COMPROBACIÓN</u>
La densidad depende de la masa y volumen del cuerpo.	A mayor cantidad de materia en menor cantidad de volumen, mayor es la densidad.	Cierta
La cercanía o lejanía de las partículas que forman un cuerpo influye en la densidad.	Cuando las partículas están más juntas, mayor es la densidad. Cuando están más separadas, la densidad es menor.	Cierta
La existencia de poros en el cuerpo u objeto influye en la densidad.	La existencia de poros tiene influencia en la densidad del cuerpo/objeto debido a la presencia de aire. Además cuantos más poros más aire o gas, con lo que la densidad es menor.	Cierta

ANÁLISIS CRÍTICO

Esta parte es muy importantes porque permite al alumno apreciar su evolución desde el principio de la Unidad Didáctica en comparación con su situación y conocimientos actuales. Este trabajo de análisis y reflexión lo llevarán a cabo en casa de forma individual

y tendrá lugar tras haber formulado las conclusiones finales de la secuencia así como la comprobación y verificación de las hipótesis iniciales.

Reflexionar puede servir al alumno para darse cuenta de cómo tiene que actuar las veces posteriores en situaciones del mismo tipo, qué cosas ha hecho bien y cuales tiene que mejorar de cara a que el proceso sea más fluido y aprovechable, etc.

De igual forma este periodo de reflexión no es algo destinado únicamente al alumno. El maestro deberá analizar, en base a sus observaciones y toma de notas:

- Si la indagación ha sido adecuada: es decir, si estaba todo bien organizado (tiempos, espacio, materiales, organización...)
- Como han respondido los alumnos: participación, implicación, motivación, etc.
- Nivel de los contenidos planteados: ya que ha podido ser de gran dificultad o por el contrario muy sencillo y simple para los alumnos.

Entre otras muchas cosas, esto puede servir al docente para mejorar de cara a futuros temas y unidades didácticas variando aquellos aspectos que no han funcionado y manteniendo aquellos otros que sí que han resultado útiles y precisos, planteando nuevos experimentos/experiencias, introduciendo variantes y alternativas, etc.

COMUNICACIÓN DE LOS DATOS

Después de haber realizado esta secuencia de experimentación sobre la densidad, cada grupo de trabajo tendrá que llevar a cabo y preparar una breve presentación de los puntos más importantes de esta indagación. Es decir, tendrán que comunicar a sus compañeros en un intervalo de 7-10 minutos aspectos como:

- Ideas previas que tenían al principio de la unidad.
- Dificultades encontradas en todo el proceso (preparar experimentos, entender conceptos, etc.)
- Análisis de datos y evidencias encontradas.
- Conclusiones grupales; además es importante que expliquen a sus compañeros como, a través de la secuencia, han cambiado sus concepciones e ideas acerca de la densidad, la relación entre la masa y el volumen, la vinculación de estas magnitudes con la estructura molecular de la materia, etc.

Todos estos puntos podrán ser tratados por los alumnos de una forma sencilla ya que en el cuaderno de campo han ido tomando nota de aquellos aspectos más importantes de todo el proceso.

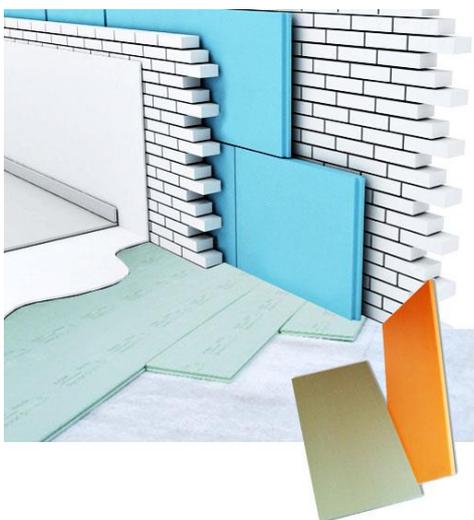
Al finalizar todas las presentaciones grupales, se llevará a cabo (esta vez de forma colectiva toda la clase) la elaboración de un mural/póster en donde queden resumidos los conceptos e ideas clave de este tema.

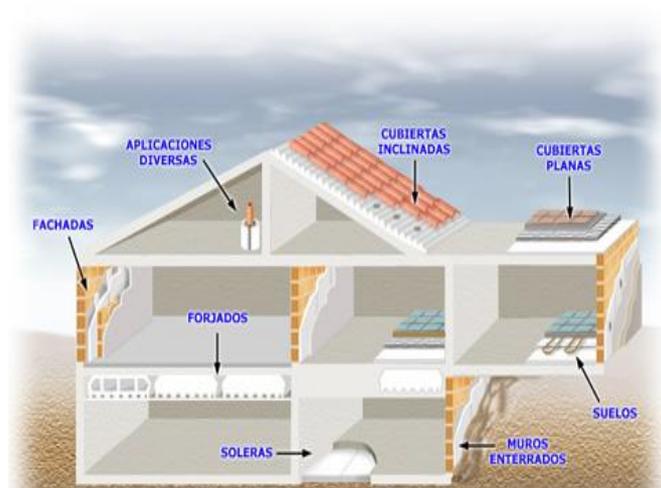
TRABAJO POSTERIOR: APLICACIÓN A OTRAS ÁREAS

El tema de la densidad, la masa, el volumen, etc. tiene mucha importancia en aplicaciones de la vida diaria que nos rodean y que es posible que los alumnos no se hayan percatado de ello. A lo largo de la presente Unidad Didáctica han ido viendo diferentes materiales (hierro, madera, poliestireno, etc) que tienen una masa, volumen y densidad diferentes cada uno de ellos.

Centrándonos en el caso del poliestireno han visto experimentalmente que es un material que flota en el agua, es muy poroso, apenas pesa, etc. Por todo ello les planteamos la siguiente pregunta (que deberán resolver y presentar por grupos ante la clase, después de lo trabajado, sin ayuda o intervención del profesor):

- *Teniendo en cuenta las características y propiedades del poliestireno, ¿qué utilidad (por su densidad) puede tener en áreas como la construcción, el comercio, etc.?*





Esta pregunta nos puede servir para iniciar otro tema muy interesante como puede ser el hecho de entender qué materiales aislantes se utilizan en construcción y por qué motivo.

- Un aislante térmico es aquel material usado en la construcción y caracterizado por su alta resistencia térmica, estableciendo una barrera al paso del calor entre dos medios que naturalmente tenderían a igualarse en temperatura.
- Por esta razón se utilizan como aislamiento térmico materiales porosos o fibrosos como las lanas minerales (lana de roca o de vidrio), poliestireno expandido, poliestireno extruido, espuma de poliuretano, corcho,...
- A su vez materiales como el poliestireno también son utilizados por ser muy resistentes al agua (especialmente el extruido) y como aislante acústico.

No obstante no solo se utilizan estos materiales para la construcción ya que hay muchas aplicaciones y usos en nuestra vida cotidiana:

Productos	Ventajas	Propiedades
Cajas apilables de alimentos. Embalaje de mercadería pesada	Embalajes resistentes a lapresión con buena rigidez al doblado y estabilidad de apilado	Resistencia a la presión
Embalajes de mercadería frágil	Acción de amortiguación calculable y por lo tanto, segura	Alta capacidad de amortiguación de golpes
Envases y embalajes para transporte aéreo	Tara baja, invariable y en muchos casos no es necesario tomarla en cuenta	Bajo peso: densidad aparente entre 20 y 30 Kg/m ³
Cajas para productos congelados	Alta capacidad de aislamiento térmico. No se vuelve frágil a bajas temperaturas	Reducida conductividad térmica e inalterabilidad al frío
Envases de contacto directo con productos alimenticios	No posee ningún elemento contaminante que afecte el contenido	No permite la proliferación de hongos y bacterias
Embalajes para objetos complicados de superficies no planas	Material versátil, altamente adaptable a las formas más complejas	Libertad de diseño en piezas moldeables
Vasos térmicos	Mantiene la temperatura y la efervescencia de los líquidos que contiene	Elevado poder aislante y de conservación del gas en las bebidas carbonatadas



EVALUACIÓN (RÚBRICA Y PRUEBA ESCRITA)

<p>Escola</p> <p>Aspectos a valorar</p>	Excelente	Bien	Suficiente	Insuficiente
Registro- Cuaderno de campo (orden, apariencia, organización y contenido, ortografía)	El cuaderno de campo se presenta de una manera ordenada, clara y organizada que es fácil de leer, varias anotaciones fueron hechas, todas fechadas. El cuaderno posee un registro completo de los contenidos y experiencias así como algo de reflexión y resultados (conclusiones). Casi no hay marcas o borrones; uno o dos errores ortografía, puntuación y gramática.	El cuaderno es presentado de una manera ordenada y organizada que es, por lo general, fácil de leer; varias anotaciones fueron hechas y la mayor parte de ellas están fechadas. El cuaderno proporciona un registro completo de los contenidos y las experiencias trabajadas. Hay pocos borrones o marcas; pocos errores de ortografía, puntuación y gramática.	El cuaderno se presenta de una manera organizada, pero puede ser difícil de leer; faltan anotaciones aunque muchas de ellas están fechadas. El cuaderno proporciona algunos detalles de los contenidos y las experiencias trabajadas. Hay algunos borrones, marcas o manchones; cinco errores de ortografía, puntuación y gramática.	El cuaderno se ve descuidado y desorganizado siendo difícil de saber qué información está relacionada; pocas anotaciones hechas y sin fechar. El cuaderno apenas proporciona información sobre los contenidos y las experiencias trabajadas. Hay varios borrones, tachones y manchones; muchos errores de ortografía, puntuación y gramática
Trabajo en equipo	El grupo trabajó excelentemente. Todos sus miembros escucharon, compartieron y se apoyaron. Todo el grupo estuvo enfocado en la secuencia planteada con lo	El grupo trabajo muy bien. La mayoría de sus miembros escucharon, compartieron y se apoyaron. Todo el grupo estuvo casi siempre enfocado en la secuencia planteada con lo que el grupo puede explicar el tema.	El grupo trabajó relativamente bien pero fue dominado únicamente por 1 o 2 miembros. Todo el grupo estuvo casi siempre enfocado en las tareas planteadas. No todos los alumnos pueden ser capaces de explicar bien el tema.	Algunos integrantes se distrajeron de las tareas de la secuencia y/o fueron irrespetuosos con los otros miembros del grupo. Solo algunos integrantes pueden explicar algo correcto del tema.

	que todos pueden explicar claramente el tema.			
Actitud	Las expresiones, el lenguaje, etc. muestran gran interés y entusiasmo con respecto al tema.	Las expresiones, el lenguaje, etc. muestran interés y entusiasmo con respecto al tema.	Las expresiones, el lenguaje, etc. muestran algo de interés y entusiasmo con respecto al tema.	Las expresiones, el lenguaje, etc. muestran poco interés y entusiasmo e incluso hay rachas de apatía y/o aburrimiento.
Contribución individual a la actividad	El estudiante fue un participante activo, escuchando las sugerencias de sus compañeros y trabajando cooperativamente toda la secuencia.	El estudiante fue un participante activo, pero en algunos momentos tuvo pequeñas dificultades al escuchar las sugerencias de los otros compañeros y al trabajar cooperativamente la secuencia.	El estudiante trabajó con sus compañeros aunque en muchos momentos “desconectó” de la actividad con lo que no escuchaba claramente las opiniones o aportaciones de los demás.	El estudiante no pudo ni quiso trabajar con el resto de sus compañeros en ningún momento de la secuencia.
Conocimiento científico	Las explicaciones del estudiante indican un claro y preciso entendimiento de los principios y conceptos trabajados en la secuencia.	Las explicaciones del estudiante indican un buen conocimiento y dominio de los principios y conceptos trabajados en la secuencia.	Las explicaciones del estudiante indican un conocimiento relativamente preciso de los principios y conceptos trabajados en la secuencia.	Las explicaciones del estudiante no muestran apenas entendimiento de los principios y conceptos trabajados en la secuencia.
Construcción del proceso (materiales, experimentos, hipótesis, conclusiones, etc)	Los estudiantes propusieron hipótesis y conclusiones muy coherentes y precisas además de plantear experiencias muy útiles y trabajadas.	Los estudiantes propusieron hipótesis y conclusiones buenas además de plantear experiencias útiles.	Los estudiantes propusieron hipótesis y conclusiones relativamente buenas y aceptables aunque las experiencias pensadas no han sido muy precisas.	Los estudiantes ni han propuesto hipótesis ni conclusiones aceptables y además, las experiencias realizadas no tienen nada que ver (o apenas) con la secuencia.

- Para evaluar a los alumnos aparte de tener en cuenta todos los ítems señalados en la tabla, también valoraremos a nuestros alumnos a partir de una pequeña prueba escrita. En esta breve prueba, se preguntará por los conceptos y sus aplicaciones en la vida cotidiana trabajados a lo largo de la Unidad Didáctica. Será valorada en una escala del 1 al 10; cabe destacar que lo que se les preguntará serán aspectos clave que han visto a lo largo del tema.

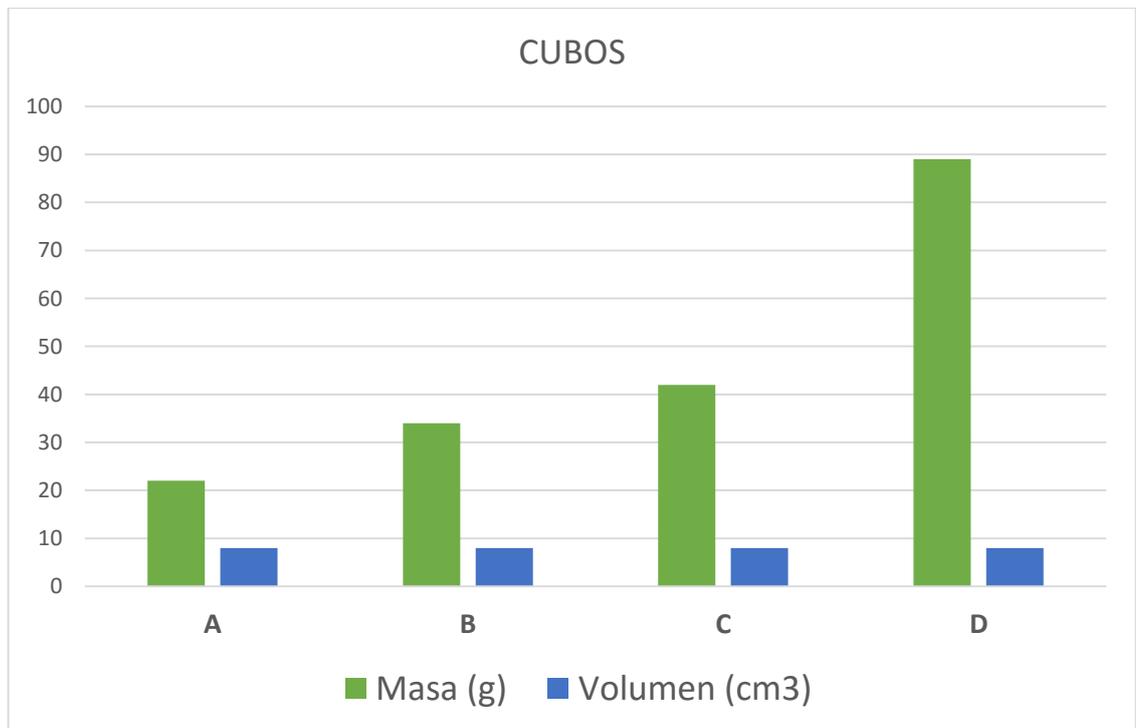
PRUEBA ESCRITA “MASA, VOLUMEN Y DENSIDAD”

1. ¿Qué es el método científico? ¿Cuáles son sus fases? Explica la indagación que más te ha gustado diciendo porqué.
2. Ana y Luis han estado de visita con su clase de 5º en el Hangar de Burgos. El Hangar es un espacio multiusos dedicado a la creación musical, representación y actuaciones de diversos grupos de artistas, etc. Estos dos alumnos se lo han pasado muy bien y han aprendido mucho sobre música, sin embargo, les ha llamado la atención las paredes cubiertas de poliestireno. Se han sorprendido del “ambiente” que había en ese espacio ya que el sonido no se escuchaba de la misma manera que por ejemplo en la calle. ¿Podrías explicarles a qué se debe ese sonido tan limpio? Ayúdate de un dibujo para responder.
3. Los alumnos de 5º del CEIP “Miguel Delibes” han estado de excursión en Santander el pasado lunes. Les ha llamado mucho la atención el hecho de ver un enorme barco en el horizonte flotando cuando en las clases anteriores han visto que un simple clavo de hierro en agua se hunde. ¿Cómo es posible que un barco con una masa de muchas toneladas flote y un clavo de hierro de apenas unos gramos se hunda? Justifica muy bien tu respuesta. Ayúdate de un dibujo.
4. Haz un esquema con densidad, masa y volumen. ¿En qué unidades se miden? ¿Cómo se relacionan entre ellas? ¿Cuál de las tres propiedades es característica de un material?
5. María ha encontrado unos huesos y no sabe de qué animales puedan ser. En clase ha aprendido que la densidad de los huesos de las aves es menor que la densidad del agua. Así que pesa sus huesos y mide sus volúmenes. Haz una gráfica con los resultados (densidades). ¿De qué animales crees que se tratan?

HUESO	MASA (g)	VOLUMEN (cm ³)	DENSIDAD (g/cm ³)
A	70	60	
B	29	22	
C	14,8	15	
D	0,5	1,5	

6. Unos estudiantes han estado midiendo las masas de 4 cubos de igual volumen (8 cm³). El resultado ha sido el siguiente:

Cubos	Masa (g)	Volumen (cm ³)
A	22	8
B	34	8
C	42	8
D	89	8



6.1 ¿Qué cubo presenta una mayor densidad? ¿Por qué lo sabes?

BIBLIOGRAFÍA/WEBGRAFÍA

- Ley orgánica para la mejora de la calidad educativa (LOMCE) (Ley Orgánica 8/2013, 9 de diciembre). Boletín Oficial del Estado, nº 295, 2013, 10 diciembre
- Flores, Á; <http://www.grupounamacor.com/?p=1147> (Acceso: día 2 de Noviembre de 2015)
- Fundación Laboral de la construcción; http://www.construmatica.com/construpedia/Tecnolog%C3%ADa_de_la_Construcci%C3%B3n_Materiales_de_Aislamiento,_Divisiones,_Pavimentos_y_Revestimientos:_Materiales_de_Aislamiento_T%C3%A9rmico_de_Origen_Pl%C3%A1stico (Acceso: día 2 de Noviembre de 2015)
- Queiruga, M.A; *¡Física sí! La física está en lo cotidiano*. Editorial Q. A Coruña, España 2009. 185pp

ANEXOS

Anexo 1 – Ficha masa

1. Situación problema

- *¿Qué es la masa?, ¿cómo y con qué se mide?*
- *¿Todos los objetos/sustancias (sólidos, líquidos, gases) tienen masa?*

2. Hipótesis (ideas previas)

-
-
-

3. Diseño experimental (usar la tabla de la otra hoja)

-
-

4. Análisis e interpretación de datos (utilizar la parte de atrás si es necesario)

5. Conclusiones

Anexo 2 – Ficha volumen

1. Situación problema

- *¿Qué es el volumen?, ¿en qué unidades se mide?*
- *¿Todos los objetos (sólidos, líquidos, gases) ocupan un espacio?*
- *¿Qué métodos conoces para medir el volumen?*

2. Hipótesis (ideas previas)

-
-
-

3. Diseño experimental (usar la tabla de la otra hoja)

- Cálculo de volúmenes de cuerpos que se hunden en agua.
- Cálculo de volúmenes de cuerpos regulares (largo, alto y ancho).
- Cálculo de volúmenes de cuerpos que no se hunden en agua (flotan).

4. Análisis e interpretación de datos

5. Conclusiones

Anexo 3 – Ficha densidad

PROBLEMA INICIAL

Comentamos a los alumnos lo siguiente:



“Los científicos están interesados en descubrir por qué las aves pueden volar. Hace 3 décadas se ha descubierto el fósil de Archaeopteryx, considerada la primera ave que existió. Gracias a esto, los científicos han podido comprobar que las aves se diferencian los demás seres vivos gracias a las escamas-plumas que cubren su cuerpo, la formación del pico, la estructura del esqueleto, las alas, etc. Sin embargo, existe una característica fundamental en

las aves que les permite volar. Deberás descubrir cuál es.”

DESARROLLO DEL TALLER

1. Los alumnos examinan los huesos de distintos animales sin saber su procedencia: *codorniz (A), cordero (B), pato (C), cerdo (D)*. Los marcan con una letra.
2. Introducir concepto volumen. (En la ficha se llama 1ª parte: cubos)
3. Miden el tamaño de los cubos y hallan su volumen. Apuntan resultados en la tabla.

Cubo	Alto (cm)	Ancho (cm)	Largo (cm)	Volumen (Al x An x L)
A				
B				
C				

4. Pesan los cubos.
5. Introducen agua en un vaso de medidas (Volumen inicial) e introducen el cubo dentro. Con una pipeta, van extrayendo el agua hasta que la medida vuelve al Volumen inicial. El agua extraída se introduce en otra probeta pequeña que marca el volumen del hueso. (De esta forma ven que el volumen del cubo viene

determinado por sus medidas y no por el peso)

6. Se calcula la densidad de los cubos aplicando la fórmula. Se apunta todo en la tabla.

Cubo	Masa	Volumen inicial (Vi)	Volumen del cubo (Vf - Vi)	Densidad cubo (D = masa / volumen)
A				
B				
C				

7. Se vuelve a realizar el mismo proceso pero esta vez con los huesos. No hace falta pesarlos. Se rellena la siguiente tabla.

Hueso	Masa	Volumen hueso (Vf - Vi)	Densidad hueso (D = masa / volumen)
A			
B			
C			
D			

8. Rellenan gráfico comparando densidades de los diferentes huesos.



9. Contestan a las preguntas (La conclusión que han de extraer es que los huesos de las aves tienen menos densidad porque son huecos, y eso les permite volar. A esta conclusión han de llegar solos, sin que nosotros les digamos nada).

- ¿Qué relación hay entre la densidad y la masa de los huesos?

- Para poder volar, ¿qué hueso es el más adecuado?

- Indica cuáles son los huesos de ave y cuáles no.

Anexo 2 – Cronograma UD

ASINATURAS / FECHAS	MATEMÁTICAS	CIENCIAS
31 de Marzo – Jueves	- MURALES DE LAS DIFERENTES ESCALAS (LONGITUD, MASA, CAPACIDAD)	- EXPLICAR LAS DIVERSAS FASES DEL MÉTODO CIENTÍFICO (SITUACIÓN PROBLEMA, HIPÓTESIS/IDEAS PREVIAS, EXPERIMENTACIÓN, ANÁLISIS DE DATOS, EVIDENCIAS Y CONCLUSIONES, EXPOSICIÓN/COMUNICACIÓN DE LOS DATOS, ETC)
1 de Abril – Viernes	- UNIDADES DE LONGITUD	
4 de Abril – Lunes	- UNIDADES DE LONGITUD	- PLANTEAR HISTORIA-TEXTO DE ARQUÍMEDES CON LAS PREGUNTAS INICIALES
5 de Abril – Martes	- UNIDADES DE LONGITUD	
6 de Abril – Jueves	- UNIDADES DE MASA	- INDAGACIÓN MASA
12 de Abril – Martes	- UNIDADES DE MASA	- INDAGACIÓN VOLUMEN
14 de Abril – Jueves	- UNIDADES DE MASA	- INDAGACIÓN VOLUMEN (CUBOS)
19 de Abril – Martes	- UNIDADES DE CAPACIDAD/VOLUMEN	- DENSIDAD PARTE 1 (AZÚCAR, HARINA, CAFÉ)
21 de Abril – Jueves	- UNIDADES DE CAPACIDAD/VOLUMEN	- DENSIDAD PARTE 2 (HUESOS)
28 de Abril – Jueves (2h)	- UNIDADES DE CAPACIDAD/VOLUMEN	- PLANTEAMIENTO SITUACIÓN PROBLEMA, HIPÓTESIS Y DIVISIÓN EN GRUPOS, EXPERIMENTACIÓN Y ANÁLISIS DE DATOS
29 de Abril – Viernes (2h)		- MODELIZACIÓN (EXPOSICIÓN), EVIDENCIAS Y CONCLUSIONES, APLICACIÓN A OTRAS ÁREAS (EXPOSICIÓN)
4 de Mayo - Miércoles		- EXAMEN UNIDAD DIDÁCTICA “MASA, VOLUMEN Y DENSIDAD”

Anexo 3 – Rúbrica de evaluación UD

<p>Escala</p> <p>Aspectos a valorar</p>	<p>Excelente</p>	<p>Bien</p>	<p>Suficiente</p>	<p>Insuficiente</p>
<p>Registro- Cuaderno de campo (orden, apariencia, organización y contenido, ortografía)</p>	<p>El cuaderno de campo se presenta de una manera ordenada, clara y organizada que es fácil de leer, varias anotaciones fueron hechas, todas fechadas. El cuaderno posee un registro completo de los contenidos y experiencias así como algo de reflexión y resultados (conclusiones). Casi no hay marcas o borrones; uno o dos errores ortografía, puntuación y gramática.</p>	<p>El cuaderno es presentado de una manera ordenada y organizada que es, por lo general, fácil de leer; varias anotaciones fueron hechas y la mayor parte de ellas están fechadas. El cuaderno proporciona un registro completo de los contenidos y las experiencias trabajadas. Hay pocos borrones o marcas; pocos errores de ortografía, puntuación y gramática.</p>	<p>El cuaderno se presenta de una manera organizada, pero puede ser difícil de leer; faltan anotaciones aunque muchas de ellas están fechadas. El cuaderno proporciona algunos detalles de los contenidos y las experiencias trabajadas. Hay algunos borrones, marcas o manchones; cinco errores de ortografía, puntuación y gramática.</p>	<p>El cuaderno se ve descuidado y desorganizado siendo difícil de saber qué información está relacionada; pocas anotaciones hechas y sin fechar. El cuaderno apenas proporciona información sobre los contenidos y las experiencias trabajadas. Hay varios borrones, tachones y manchones; muchos errores de ortografía, puntuación y gramática</p>
<p>Trabajo en equipo</p>	<p>El grupo trabajó excelentemente. Todos sus miembros escucharon, compartieron y se apoyaron. Todo el grupo estuvo enfocado en la secuencia planteada con lo</p>	<p>El grupo trabajo muy bien. La mayoría de sus miembros escucharon, compartieron y se apoyaron. Todo el grupo estuvo casi siempre enfocado en la</p>	<p>El grupo trabajó relativamente bien pero fue dominado únicamente por 1 o 2 miembros. Todo el grupo estuvo casi siempre enfocado en las tareas planteadas.</p>	<p>Algunos integrantes se distrajeron de las tareas de la secuencia y/o fueron irrespetuosos con los otros miembros del grupo. Solo algunos integrantes pueden explicar algo correcto del tema.</p>

	que todos pueden explicar claramente el tema.	secuencia planteada con lo que el grupo puede explicar el tema.	No todos los alumnos pueden ser capaces de explicar bien el tema.	
Actitud	Las expresiones, el lenguaje, etc. muestran gran interés y entusiasmo con respecto al tema.	Las expresiones, el lenguaje, etc. muestran interés y entusiasmo con respecto al tema.	Las expresiones, el lenguaje, etc. muestran algo de interés y entusiasmo con respecto al tema.	Las expresiones, el lenguaje, etc. muestran poco interés y entusiasmo e incluso hay rachas de apatía y/o aburrimiento.
Contribución individual a la actividad	El estudiante fue un participante activo, escuchando las sugerencias de sus compañeros y trabajando cooperativamente toda la secuencia.	El estudiante fue un participante activo, pero en algunos momentos tuvo pequeñas dificultades al escuchar las sugerencias de los otros compañeros y al trabajar cooperativamente la secuencia.	El estudiante trabajó con sus compañeros aunque en muchos momentos “desconectó” de la actividad con lo que no escuchaba claramente las opiniones o aportaciones de los demás.	El estudiante no pudo ni quiso trabajar con el resto de sus compañeros en ningún momento de la secuencia.
Conocimiento científico	Las explicaciones del estudiante indican un claro y preciso entendimiento de los principios y conceptos trabajados en la secuencia.	Las explicaciones del estudiante indican un buen conocimiento y dominio de los principios y conceptos trabajados en la secuencia.	Las explicaciones del estudiante indican un conocimiento relativamente preciso de los principios y conceptos trabajados en la secuencia.	Las explicaciones del estudiante no muestran apenas entendimiento de los principios y conceptos trabajados en la secuencia.
Construcción del proceso (materiales, experimentos, hipótesis, conclusiones, etc.)	Los estudiantes propusieron hipótesis y conclusiones muy coherentes y precisas además de plantear experiencias muy útiles y trabajadas.	Los estudiantes propusieron hipótesis y conclusiones buenas además de plantear experiencias útiles.	Los estudiantes propusieron hipótesis y conclusiones relativamente buenas y aceptables aunque las experiencias pensadas no han sido muy precisas.	Los estudiantes ni han propuesto hipótesis ni conclusiones aceptables y además, las experiencias realizadas no tienen nada que ver (o apenas) con la secuencia.

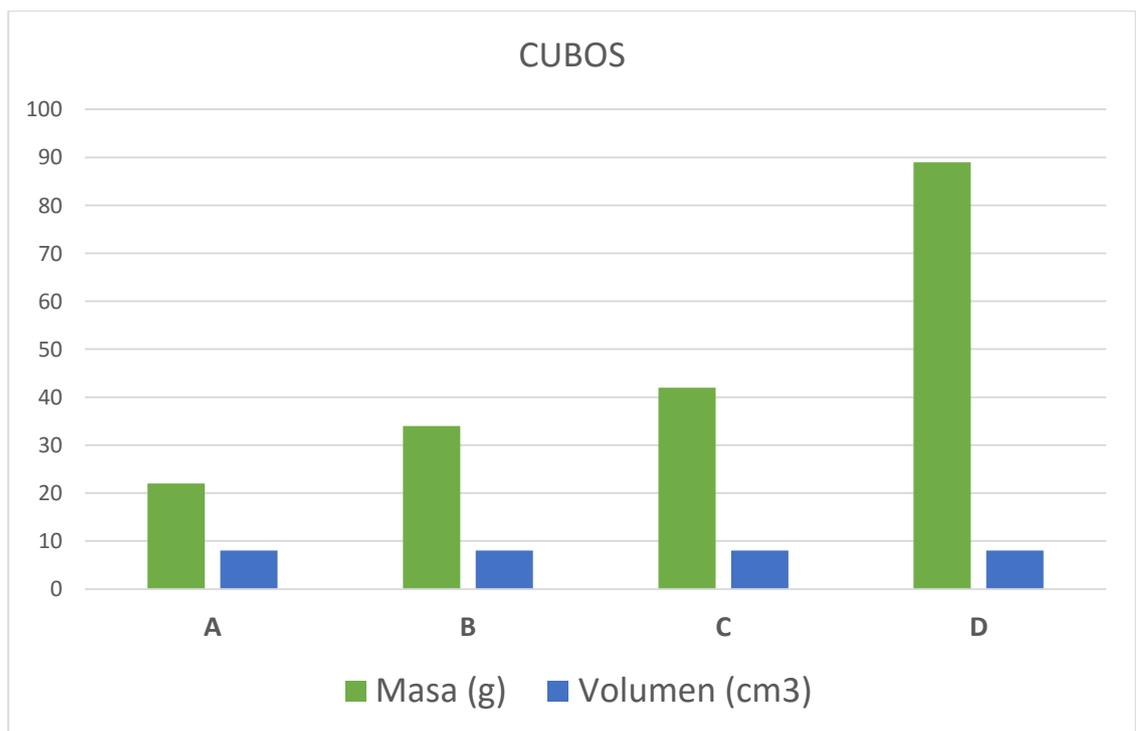
Nombre y apellidos:

1. ¿Qué es el método científico? ¿Cuáles son sus fases? Explica la indagación que más te ha gustado diciendo porqué.
2. Ana y Luis han estado de visita con su clase de 5º en el Hangar de Burgos. El Hangar es un espacio multiusos dedicado a la creación musical, representación y actuaciones de diversos grupos de artistas, etc. Estos dos alumnos se lo han pasado muy bien y han aprendido mucho sobre música, sin embargo, les ha llamado la atención las paredes cubiertas de poliestireno. Se han sorprendido del “ambiente” que había en ese espacio ya que el sonido no se escuchaba de la misma manera que por ejemplo en la calle. ¿Podrías explicarles a qué se debe ese sonido tan limpio? Ayúdate de un dibujo para responder.
3. Los alumnos de 5º del CEIP “Miguel Delibes” han estado de excursión en Santander el pasado lunes. Les ha llamado mucho la atención el hecho de ver un enorme barco en el horizonte flotando cuando en las clases anteriores han visto que un simple clavo de hierro en agua se hunde. ¿Cómo es posible que un barco con una masa de muchas toneladas flote y un clavo de hierro de apenas unos gramos se hunda? Justifica muy bien tu respuesta. Ayúdate de un dibujo.
4. Haz un esquema con densidad, masa y volumen. ¿En qué unidades se miden? ¿Cómo se relacionan entre ellas? ¿Cuál de las tres propiedades es característica de un material?
5. María ha encontrado unos huesos y no sabe de qué animales puedan ser. En clase ha aprendido que la densidad de los huesos de las aves es menor que la densidad del agua. Así que pesa sus huesos y mide sus volúmenes. Haz una gráfica con los resultados (densidades). ¿De qué animales crees que se tratan

HUESO	MASA (g)	VOLUMEN (cm ³)	DENSIDAD (g/cm ³)
A	70	60	
B	29	22	
C	14,8	15	
D	0,5	1,5	

6. Unos estudiantes han estado midiendo las masas de 4 cubos de igual volumen (8 cm³). El resultado ha sido el siguiente:

Cubos	Masa (g)	Volumen (cm ³)
A	22	8
B	34	8
C	42	8
D	89	8



6.1 ¿Qué cubo presenta una mayor densidad? ¿Por qué lo sabes?

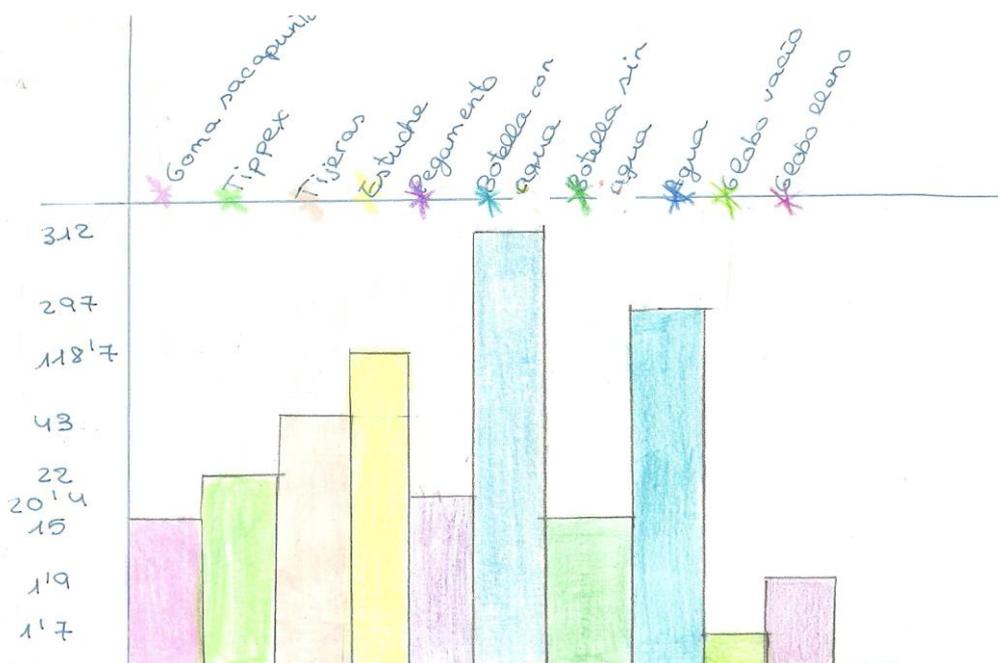
Anexo 5 – Grupos de trabajo de los alumnos

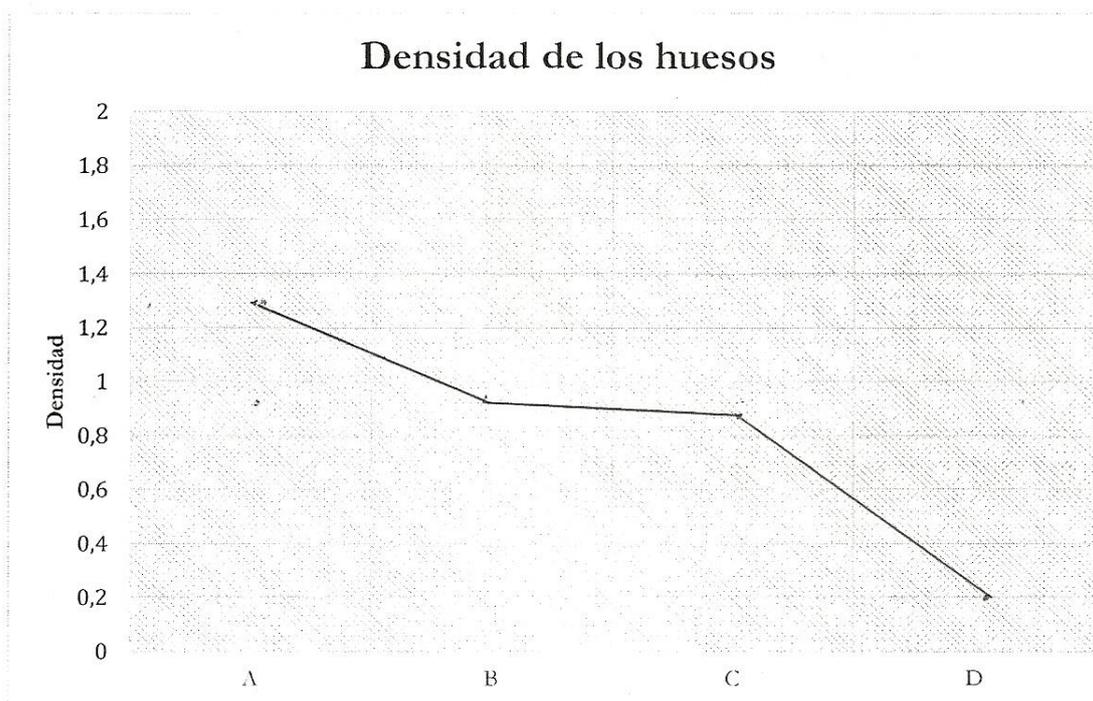
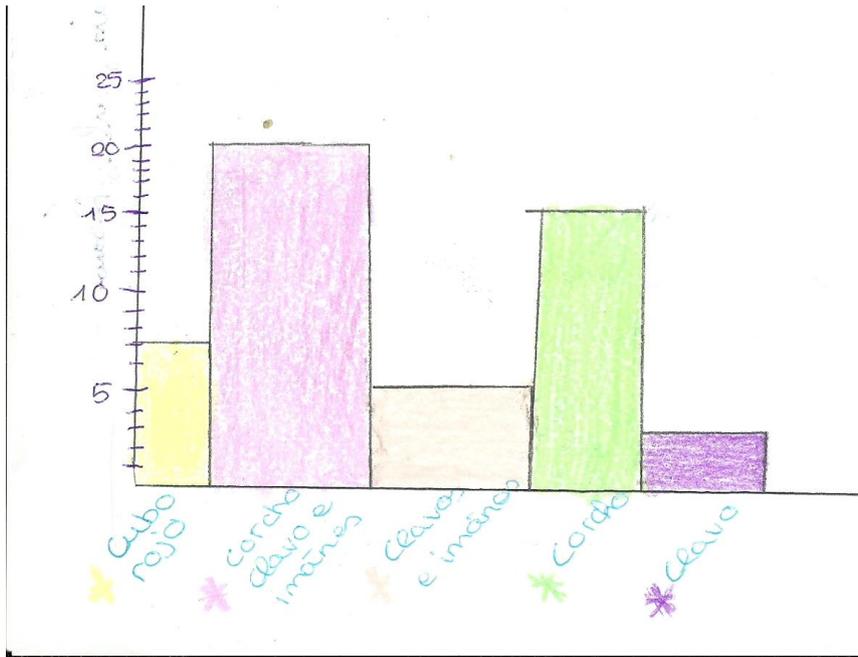
- GRUPO 1: AAA, ACR, NGM, CGP, APT
- GRUPO 2: IGA, LCRC, AHG, LSP, SHC
- GRUPO 3: LCS, JAR, JMC, IHG, HBG
- GRUPO 4: JLB, LEF, DDP, RDD, JVS
- GRUPO 5: NVR, CCC, DFH, PBF-M

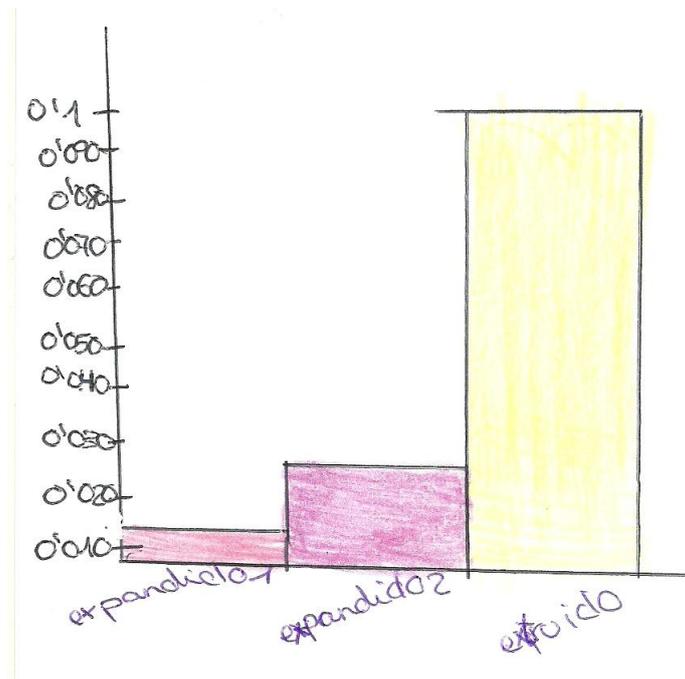
Anexo 6 – Evolución de los gráficos (pregunta de investigación 1: análisis cualitativo)

Los gráficos mostrados para cada grupo corresponden a las siguientes partes de la secuencia (en orden): masa, volumen, densidad e indagación central.

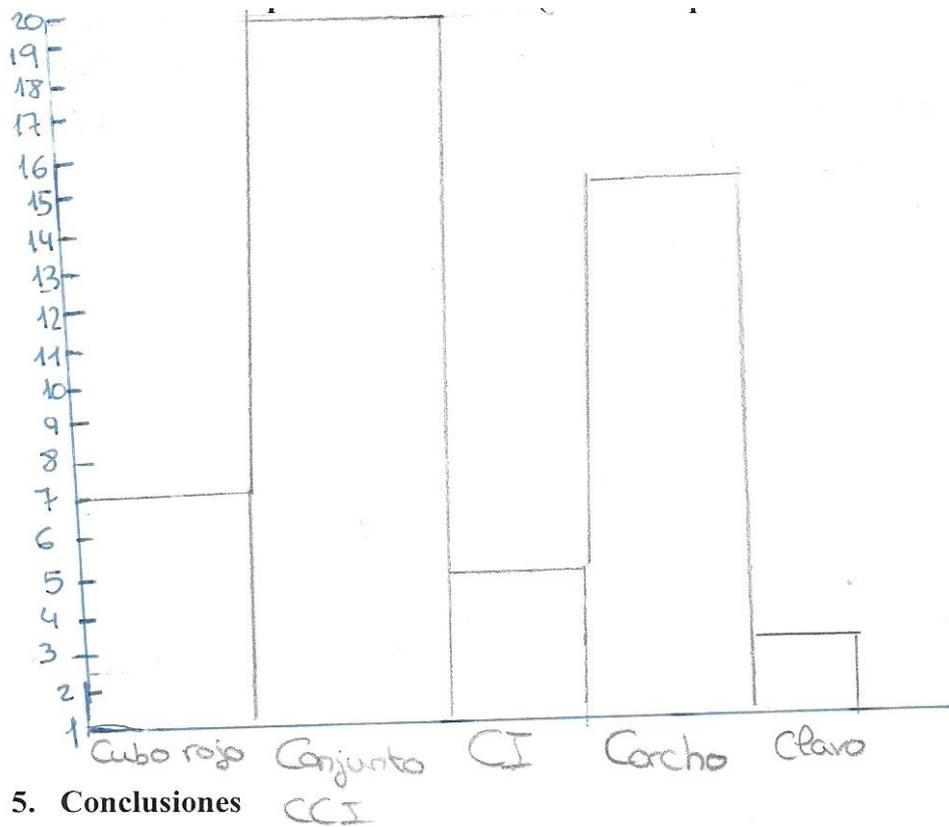
GRUPO 1



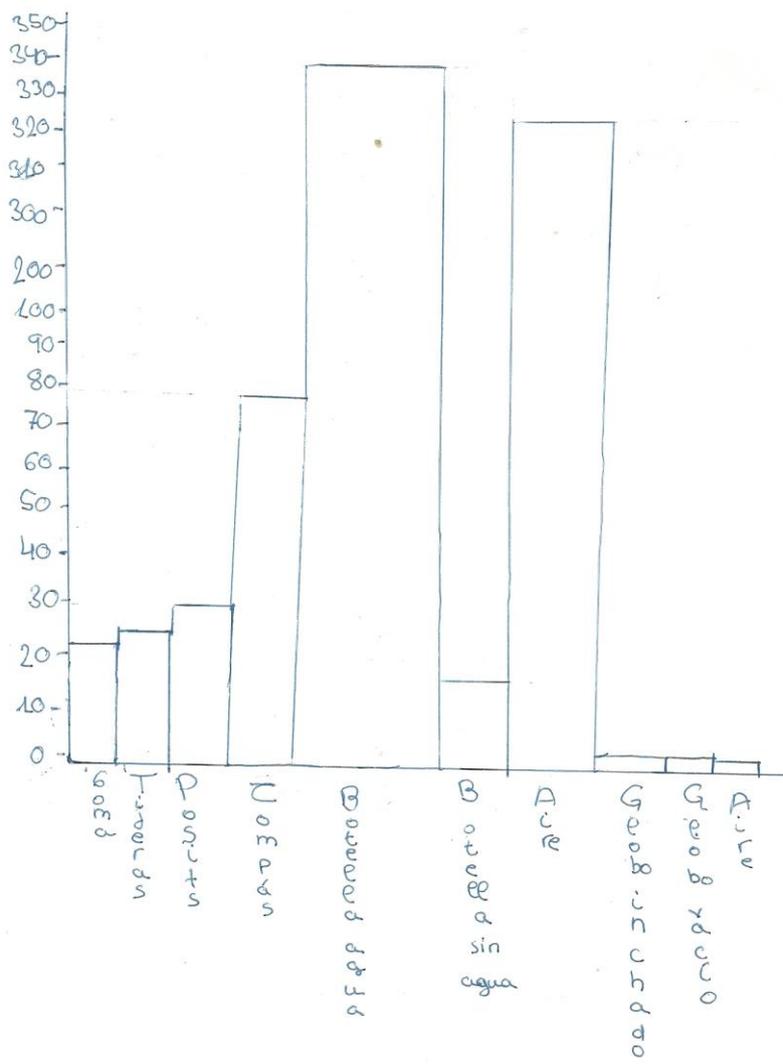




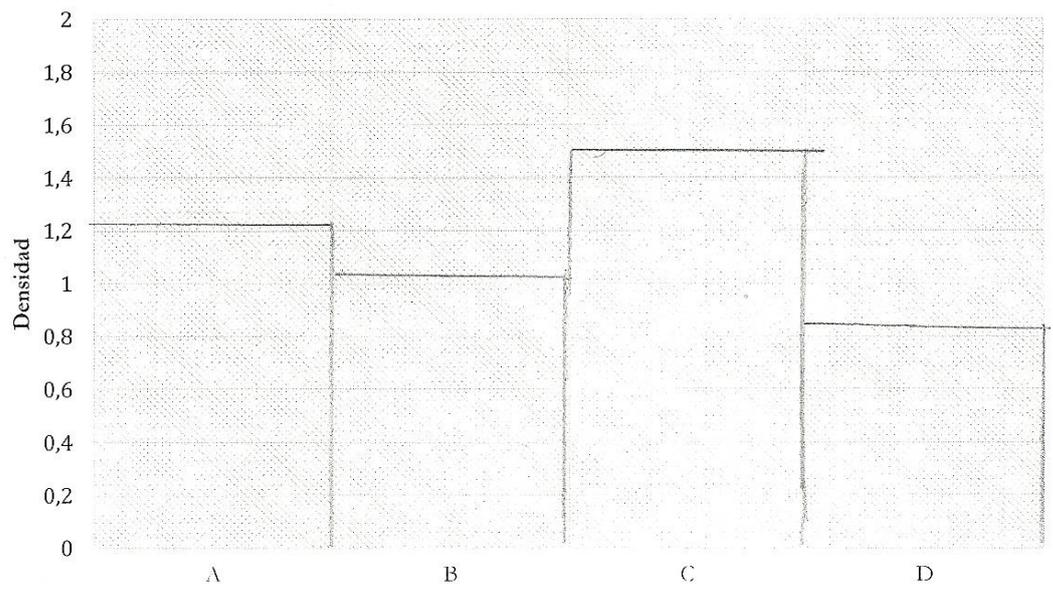
GRUPO 2

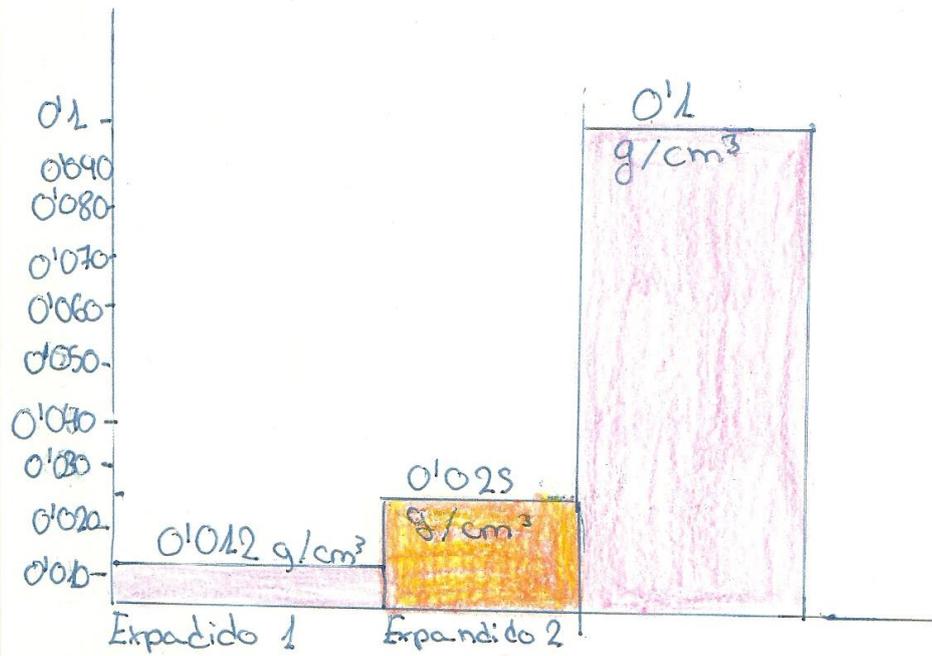


5. Conclusiones

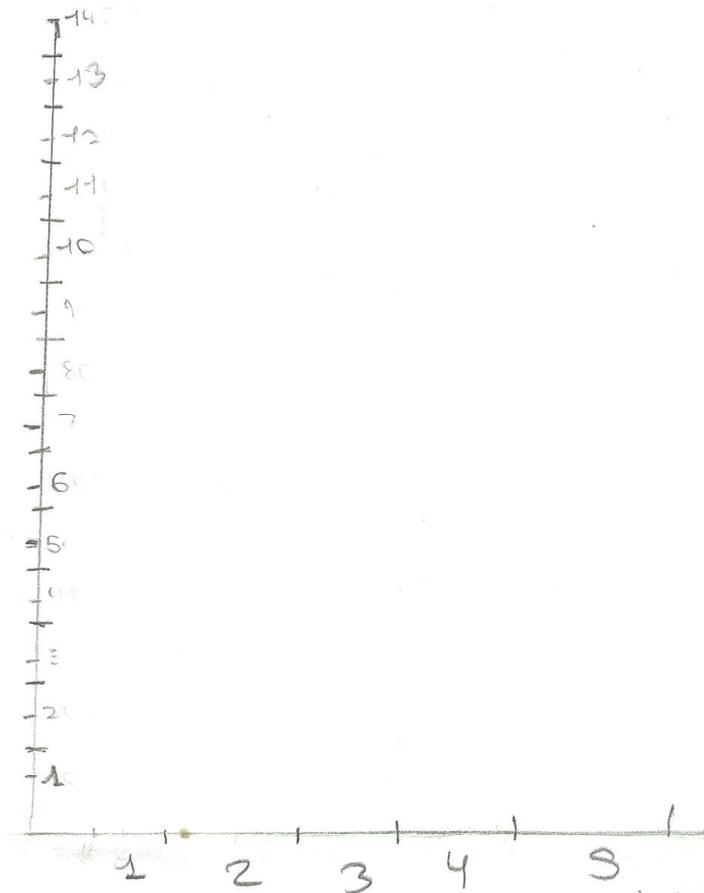


Densidad de los huesos

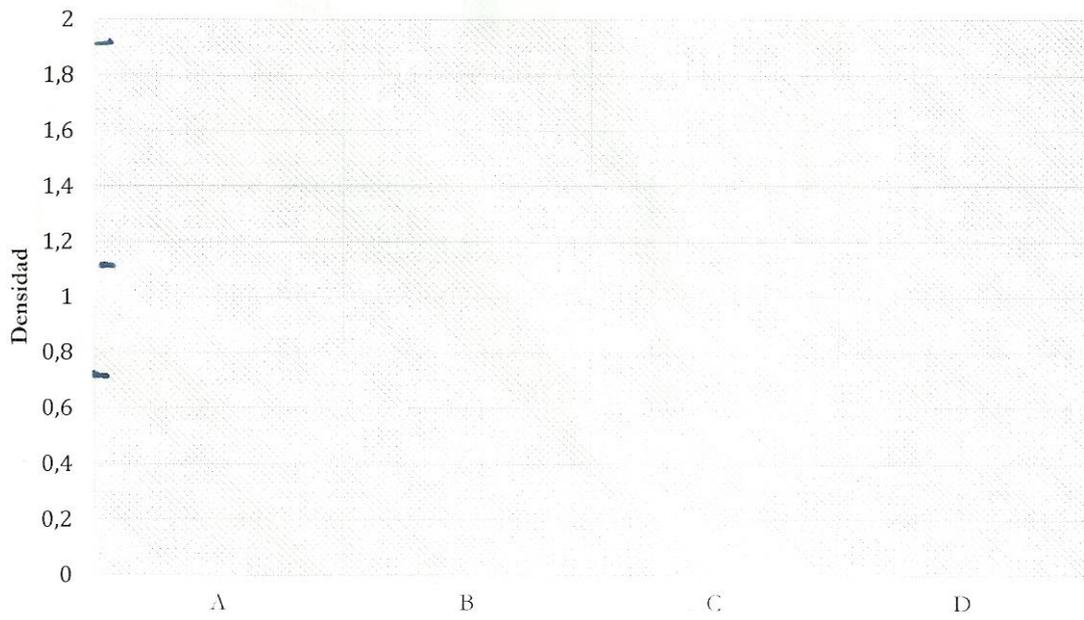




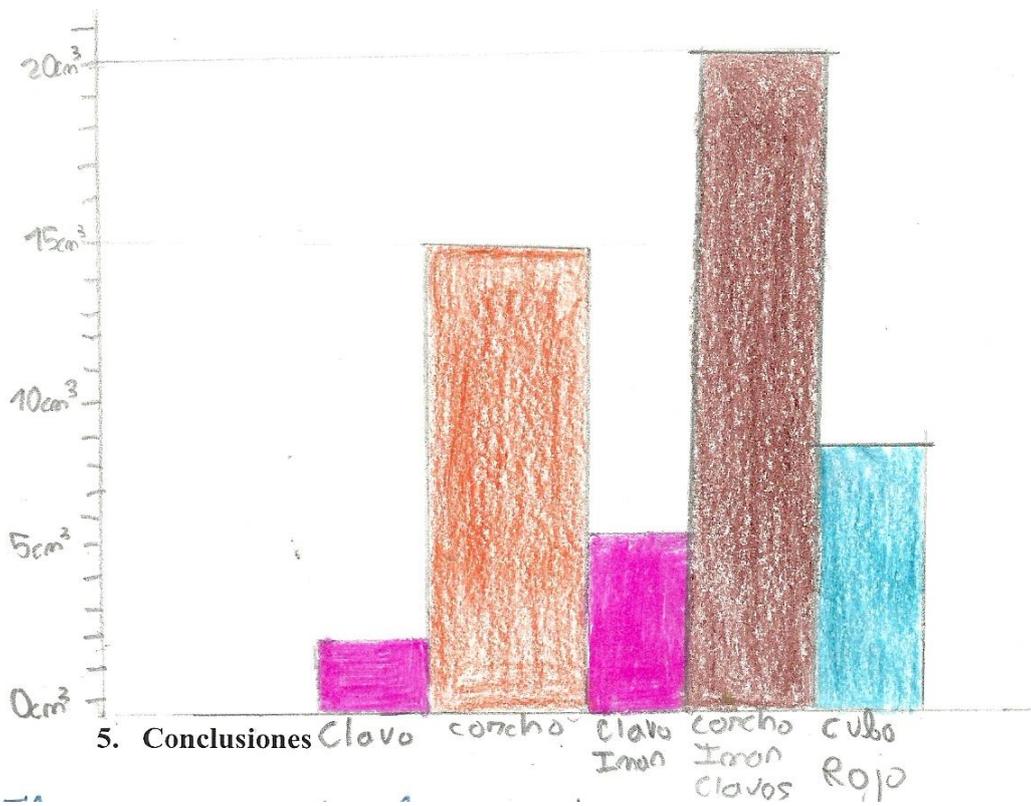
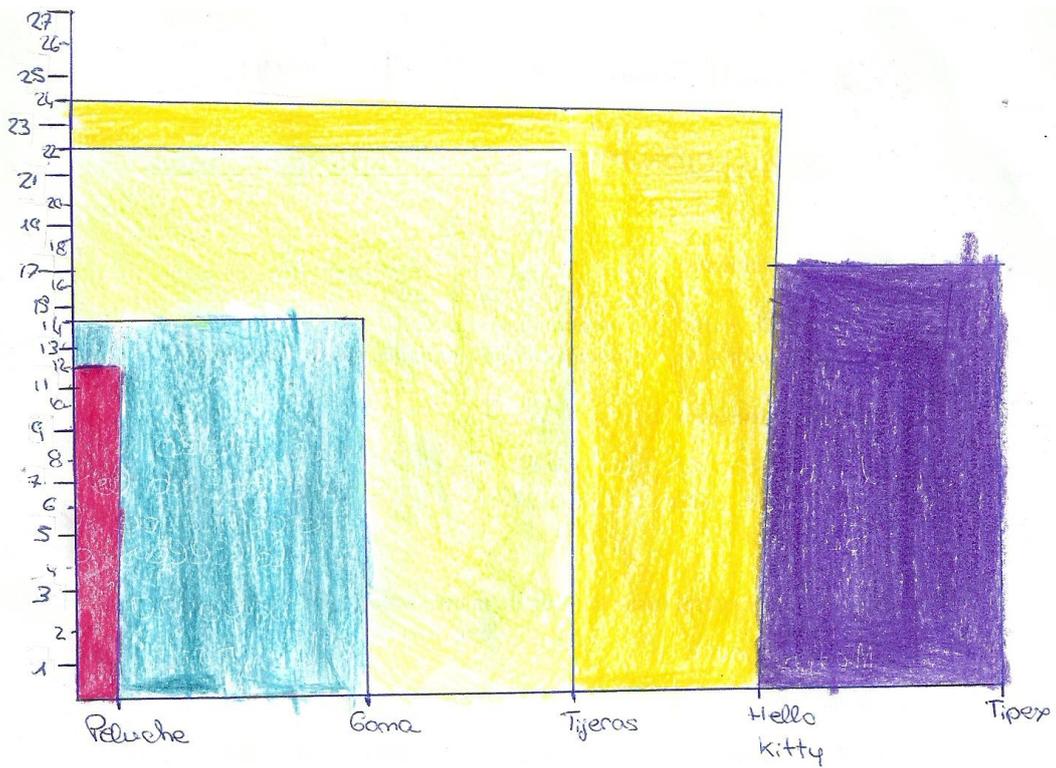
GRUPO 3



Densidad de los huesos

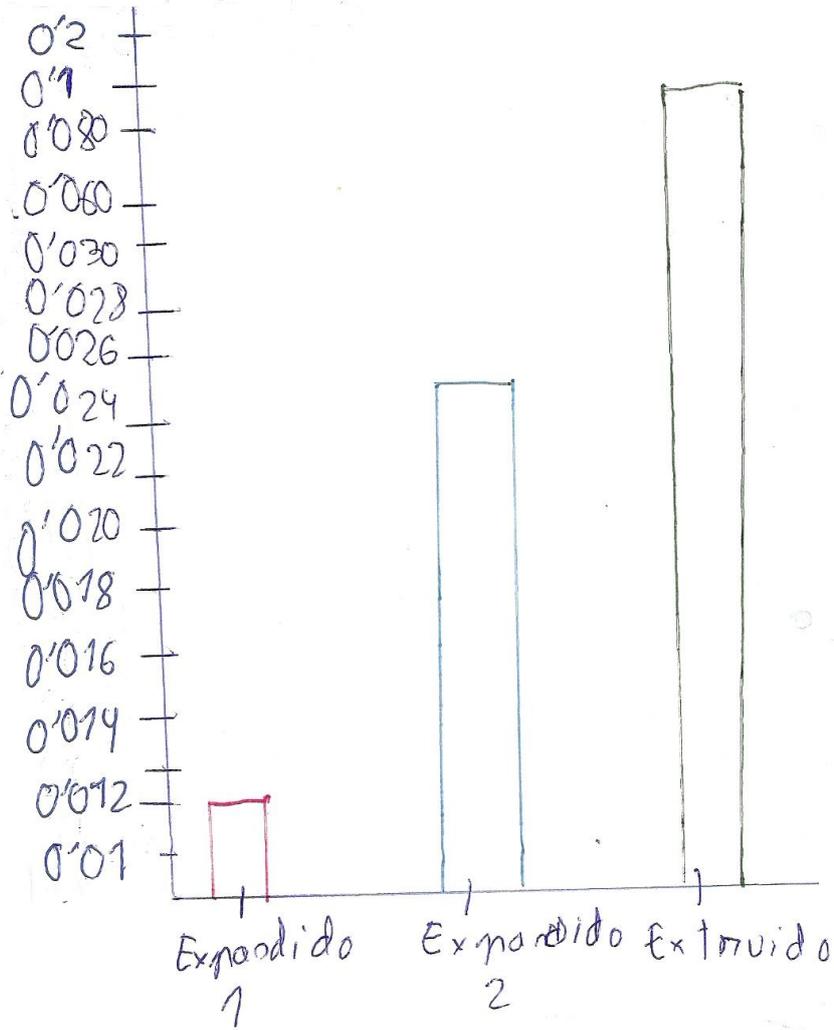
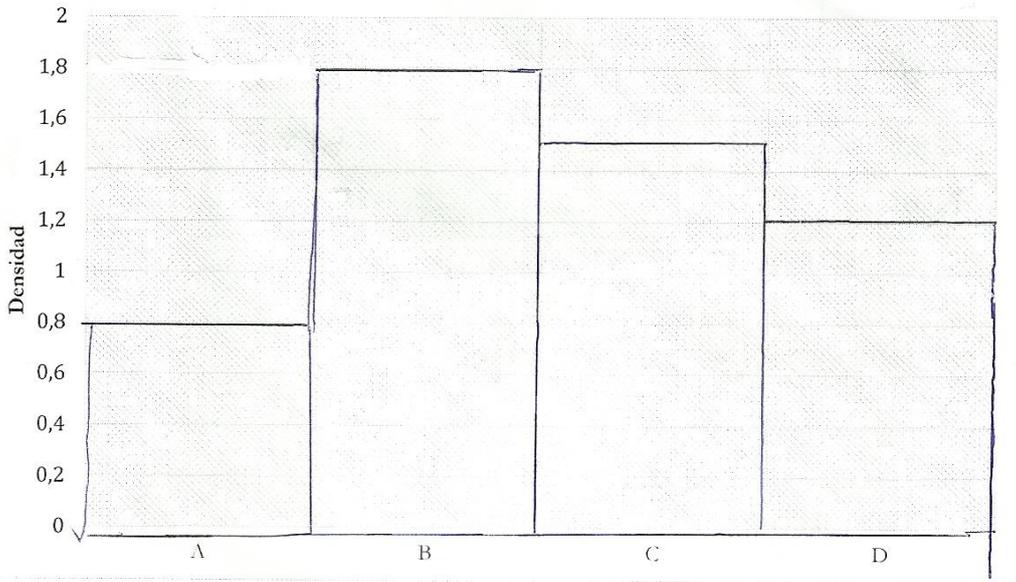


GRUPO 4



5. Conclusiones

Densidad de los huesos



GRUPO 5: Durante la indagación guiada “densidad” cada uno de los cuatro miembros de este grupo trabaja en los cuatro grupos restantes.

