



UNIVERSIDAD **NACIONAL** DE COLOMBIA  
SEDE MANIZALES

Diseño de unidad didáctica para la enseñanza de los conceptos de masa, volumen y temperatura a través de la Teoría de la Formación por Etapas de las Acciones Mentales

Didactic unit design for teaching concepts of mass, volume and temperature through the theory the Stage Formation of Mental Actions

Soraida Cano Ríos

Universidad Nacional de Colombia  
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales  
Maestría en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales  
Manizales, 2017



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA  
SEDE MANIZALES

Diseño de unidad didáctica para la enseñanza de los conceptos de masa, volumen y temperatura a través de la teoría de la formación por etapas de las acciones mentales

Soraida Cano Ríos

Trabajo de grado para optar al título de  
Magister en la Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales

Director  
Doctor Fabián Fernando Serrano Suárez

Universidad Nacional de Colombia  
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales  
Maestría en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales  
Manizales, 2017

## Dedicatoria

*A Dios por darme sabiduría, ser mi fortaleza y disponer en el camino de personas maravillosas que contribuyen en mi crecimiento espiritual, personal y profesional.*

*A mi familia por brindarme todo su apoyo y motivación.*

## **Agradecimientos**

A Dios, quien posibilita mi existencia y me llenó de fuerza interior para continuar perseverante en la culminación de este meta.

A mi asesor, por brindarme su conocimiento, orientaciones y acompañamiento durante el desarrollo del presente trabajo.

A mi mamá, a mis hermanitas y cuñados por brindarme palabras de aliento y por albergarme en su casa con todo el afecto y atención para que yo estuviera bien.

A la rectora Leonor Zapata Arias, al coordinador académico Alejandro Mesa Mejía y a los estudiantes del grado 5-A del Colegio Calasanz Pereira, por permitirme desarrollar este trabajo y por toda su disposición.

A Angélica Vallejo Giraldo, por disponer sus conocimientos generosamente en la organización de la estructura del trabajo.

A los docentes de la maestría por sus conocimientos y consejos que favorecieron mi crecimiento profesional.

A los compañeros de maestría por su cercanía, momentos compartidos, palabras y conocimientos brindados.

## Resumen

En este trabajo se elaboró e implementó una unidad didáctica con el modelo de Escuela Nueva y la teoría de formación por etapas de las acciones mentales de Galperin, como estrategia para mejorar el nivel de comprensión de los estudiantes en cuanto a obtención de conocimientos, desarrollo de habilidades y capacidades en el proceso de enseñanza aprendizaje de la masa, el volumen y la temperatura con estudiantes del grado quinto, del colegio Calasanz de la ciudad de Pereira, Risaralda. El enfoque empleado fue mixto y para esto, se aplicó un test inicial con la intención de indagar las ideas previas de los estudiantes e identificar las dificultades y el nivel de competencias en el uso comprensivo del conocimiento, explicación de fenómenos e indagación. Después de la implementación de la unidad didáctica se aplicó un instrumento igual al test inicial, encontrando que hubo progreso en el desempeño que tuvieron los estudiantes frente a las competencias, la comprensión de los conceptos y la aplicación de los mismos en la solución de situaciones problema.

**Palabras clave:** masa, volumen, temperatura, competencias en ciencias, propiedades de la materia, unidad didáctica.

### **Abstract**

In the following project, a didactic unit was made and implemented using the New School model and the Galperin's theory of the stage formation of mental actions, as an strategy to improve the student's comprehension levels regarding obtainment of knowledge, skill development and capabilities in the teaching-learning process of mass, volume and temperature concepts. The project involved 5th graders at Calasanz school in Pereira Risaralda. The approach used was a mixed one, thereby a preliminary test was performed in order to determine the student's previous knowledge and weaknesses, and also to examine the level of competences in the comprehensive use of knowledge while explaining phenomena and inquiring new data. After implementing this teaching or didactic unit, an instrument equivalent to the initial test was executed, which resulted in the observation of progress as students performed better regarding the comprehension of concepts and their utilization to solve problems.

**Key words:** mass, volume, temperature, science competencies, properties of matter, didactic unit.

## Contenido

<b>Resumen.....</b>	<b>5</b>
<b>Abstract.....</b>	<b>6</b>
<b>Lista de tablas.....</b>	<b>10</b>
<b>Lista de Figuras.....</b>	<b>12</b>
<b>1. Introducción.....</b>	<b>15</b>
<b>2. Planteamiento del problema.....</b>	<b>17</b>
<b>3. Justificación.....</b>	<b>19</b>
<b>4. Objetivos.....</b>	<b>21</b>
4.1. Objetivo general.....	21
4.2. Objetivos específicos.....	21
<b>5. Marco teórico.....</b>	<b>22</b>
5.1. Antecedentes.....	22
5.2. Masa.....	22
5.2.1. Los conceptos masa y peso en estudiantes de básica primaria: una perspectiva desde los modelos didácticos analógicos.....	22
5.2.2. La clase de ciencias naturales y el desarrollo de competencias para la vida en la escuela primaria.....	24
5.2.3. El perfil epistemológico de Bachelard y los modelos didácticos: la transferencia epistemológica en alumnos de nivel medio.....	25
5.3. Volumen.....	27
5.3.1. Volumen y capacidad en grado quinto de primaria. Desarrollo de procesos aditivos y multiplicativos en mediciones directas e indirectas.....	27
5.3.2. Volumen y capacidad: de las unidades de medida antropométricas a las estandarizadas.....	28
5.3.3. La construcción del concepto de volumen, en grado quinto, mediante la inmersión y manipulación de policubos.....	29
5.4. Temperatura.....	31
5.4.1. Estudio de los conocimientos pre-adquiridos sobre las nociones de calor y temperatura en alumnos de 10 a 15 años.....	31
5.4.2. Las ideas alternativas del alumnado del primer ciclo de Educación secundaria obligatoria sobre la conservación de la energía, el calor y la temperatura.....	33
5.4.3. Revisión de los conceptos calor y temperatura y elaboración de una estrategia didáctica en la Educación secundaria.....	34

5.5.	Acercamiento histórico .....	35
5.5.1.	Masa .....	35
5.5.2.	Temperatura .....	40
5.5.3.	Volumen.....	44
5.6.	Marco legal: Estándares Básicos de competencias del Ministerio de Educación Nacional (MEN) .....	48
5.7.	La unidad didáctica .....	52
5.7.1.	Estructura de la Unidad didáctica .....	53
5.8.	Teoría del aprendizaje de Galperin .....	54
5.8.1.	Etapas motivacional.....	55
5.8.2.	Etapas de la base orientadora de la acción (BOA) .....	55
5.8.3.	Etapas material o materializada.....	56
5.8.4.	Etapas verbal .....	57
5.8.5.	Etapas mental.....	57
<b>6.</b>	<b>Metodología.....</b>	<b>59</b>
6.1.	Enfoque del trabajo .....	59
6.2.	Contexto .....	59
6.3.	Población.....	60
6.4.	Etapas del trabajo .....	60
6.4.1.	Etapas inicial y diagnóstica .....	61
6.4.2.	Etapas de diseño .....	62
6.4.3.	Etapas de ejecución .....	63
6.4.4.	Etapas de evaluación .....	64
6.5.	Definición de variables para la evaluación de la unidad didáctica .....	64
6.6.	Herramienta de evaluación de los estudiantes.....	69
<b>7.</b>	<b>Análisis de resultados .....</b>	<b>73</b>
7.1.	Resultados del test inicial.....	73
7.2.	Análisis del test inicial sobre los conceptos de masa, volumen y temperatura.....	74
7.2.1.	Masa.....	74
7.2.2.	Volumen.....	79
7.2.3.	Temperatura .....	84
7.3.	Resultados del test final.....	90
7.4.	Análisis comparativo del test inicial y test final de los conceptos de masa, volumen y temperatura.....	91
7.4.1.	Masa.....	92

7.4.2. Volumen.....	94
7.4.3. Temperatura .....	96
7.5. Resultados y análisis de la implementación de la unidad didáctica.....	99
<b>8. Conclusiones.....</b>	<b>109</b>
<b>9. Recomendaciones.....</b>	<b>112</b>
<b>10. Implicaciones.....</b>	<b>114</b>
<b>11. Bibliografía.....</b>	<b>115</b>
<b>Anexos .....</b>	<b>122</b>

## Lista de tablas

<b>Tabla N° 1.</b> Acciones de pensamiento de ciencias naturales relacionadas con masa, volumen y temperatura (ICFES, 2007).....	49
<b>Tabla N° 2.</b> Estándares de competencias de matemáticas relacionados con masa y volumen (ICFES, 2006).....	50
<b>Tabla N° 3.</b> Categorías de preguntas test inicial y final.....	62
<b>Tabla N° 4.</b> Rúbrica para valoración actitudinal.....	70
<b>Tabla N° 5.</b> Rúbrica para valoración de competencias en la unidad didáctica .....	71
<b>Tabla N° 6.</b> Resultados del test inicial de los conceptos masa, volumen y temperatura .....	73
<b>Tabla N° 7.</b> Resultados del test final de conceptos de masa, volumen y temperatura.....	90
<b>Tabla N° 8.</b> Desempeños obtenidos en el componente cognitivo y actitudinal en la guía N°1. 100	
<b>Tabla N° 9.</b> Análisis del PNI de la guía N°1: La masa .....	101
<b>Tabla N° 10.</b> Desempeños obtenidos en el componente cognitivo y actitudinal en la guía N°2103	
<b>Tabla N° 11.</b> Análisis del PNI de la guía N°2: El volumen.....	104
<b>Tabla N° 12.</b> Desempeños obtenidos en el componente cognitivo y actitudinal en la guía N°3106	
<b>Tabla N° 13.</b> Análisis del PNI de la guía N°3: La temperatura .....	107
<b>Tabla N° 14.</b> Gravedad de cuerpos celestes.....	138
<b>Tabla N° 15.</b> Definición de conceptos .....	138
<b>Tabla N° 16.</b> Tabla para registrar los datos.....	139
<b>Tabla N° 17.</b> Consignación de datos de las masas de diferentes elementos caseros .....	149
<b>Tabla N° 18.</b> Unidades de volumen .....	153
<b>Tabla N° 19.</b> Unidades de capacidad .....	153
<b>Tabla N° 20.</b> Recolección de información.....	157
<b>Tabla N° 21.</b> Resultados .....	163
<b>Tabla N° 22.</b> Recolección de datos obtenidos .....	195
<b>Tabla N° 23.</b> Registro de datos obtenidos.....	196
<b>Tabla N° 24.</b> Expresiones cotidianas y su significado .....	201
<b>Tabla N° 25.</b> Actitudes y valores .....	205
<b>Tabla N° 26.</b> Aspectos positivos, negativos e interesantes .....	206
<b>Tabla N° 27.</b> Evaluación de aprendizaje.....	206

<b>Tabla N° 28.</b> Actitudes y valores. ....	207
<b>Tabla N° 29.</b> Aspectos positivos, negativos e interesantes. ....	208
<b>Tabla N° 30.</b> Evaluación de aprendizaje. ....	208
<b>Tabla N° 31.</b> Actitudes y valores. ....	209
<b>Tabla N° 32.</b> Aspectos positivos, negativos e interesantes. ....	210
<b>Tabla N° 33.</b> Evaluación de aprendizaje. ....	210

## Lista de Figuras

<b>Figura 1.</b> Resultados del test inicial de conceptos masa, volumen y temperatura. ....	74
<b>Figura 2.</b> Comparación de materiales .....	75
<b>Figura 3.</b> Balanza .....	75
<b>Figura 4.</b> Comparación de Masas .....	76
<b>Figura 5.</b> Diferentes procedimientos de laboratorio. ....	77
<b>Figura 6.</b> Instrumentos de laboratorio.....	77
<b>Figura 7.</b> Porcentaje de respuestas correctas de masa .....	78
<b>Figura 8.</b> Cajas con variación de volumen.....	80
<b>Figura 9.</b> Envases A y B .....	80
<b>Figura 10.</b> Probetas .....	81
<b>Figura 11.</b> Cilindro graduado.....	81
<b>Figura 12.</b> Datos de temperatura.....	81
<b>Figura 13.</b> Elementos de laboratorio.....	82
<b>Figura 14.</b> Porcentaje de respuestas correctas de volumen.....	82
<b>Figura 15.</b> Datos de temperatura de diferentes tipos de materiales. ....	85
<b>Figura 16.</b> Termómetros .....	85
<b>Figura 17.</b> Recipientes en proceso de calentamiento.....	86
<b>Figura 18.</b> Placas de diferentes materiales.....	86
<b>Figura 19.</b> Cubos de Hielo .....	87
<b>Figura 20.</b> Porcentaje de respuestas correctas de temperatura.....	87
<b>Figura 21.</b> Resultados del test final de conceptos masa, volumen y temperatura.....	91
<b>Figura 22.</b> Comparativo respuestas correctas Test inicial vs respuestas correctas .....	92

Test final masa. ....	92
<b>Figura 23.</b> Comparativo respuestas correctas Test inicial vs respuestas correctas Test final volumen. ....	94
<b>Figura 24.</b> Comparativo respuestas correctas Test inicial vs respuestas correctas Test final temperatura. ....	96
<b>Fig. 25.</b> Balanza romana y dinamómetro. ....	137
<b>Fig. 26.</b> Caja fuerte de plástico y caja fuerte de hierro .....	145
<b>Fig. 27.</b> Boliche de plomo y boliche de cristal .....	145
<b>Fig. 28.</b> Balanza con boliche de plomo y de cristal .....	146
<b>Fig. 29.</b> Balanzas con boliches de plomo y de cristal .....	146
<b>Fig. 30.</b> Balanzas en equilibrio con frutas .....	147
<b>Fig. 31.</b> Balanzas en equilibrio con pesas .....	148
<b>Fig. 32.</b> Balanzas con diferentes masas y objetos .....	149
<b>Fig. 33.</b> Equivalencia entre volumen y capacidad .....	154
<b>Fig. 34.</b> Instrumentos volumétricos .....	155
<b>Fig. 35.</b> Sólidos regulares .....	155
<b>Fig. 36.</b> Medida de volumen 1 .....	156
<b>Fig. 37.</b> Medida de volumen 2 .....	157
<b>Fig. 38.</b> Grúa con cajas .....	167
<b>Fig. 39.</b> Bloque de cajas .....	167
<b>Fig. 40.</b> Figuras con bloques 1 .....	167
<b>Fig. 41.</b> Figuras con bloques 2 .....	168
<b>Fig. 42.</b> Bloque de cartones .....	168

<b>Fig. 43.</b> Bloques de volumen diferente.....	168
<b>Fig. 44.</b> Volumen caja de fósforos.....	169
<b>Fig. 45.</b> Medida del volumen de una roca .....	169
<b>Fig. 46.</b> Volumen de líquido 1 .....	169
<b>Fig. 47.</b> Volumen de un líquido 2.....	170
<b>Fig. 48.</b> Capacidad de recipientes .....	170
<b>Fig. 49.</b> Comparación de la capacidad de recipientes.....	171
<b>Fig. 50.</b> Capacidad de vasos y tazas .....	171
<b>Fig. 51.</b> Capacidad de bidones de agua.....	172
<b>Fig. 52.</b> Recipientes de tamaños diferentes .....	172
<b>Fig. 53.</b> Vasos con diferentes líquidos.....	173
<b>Fig. 54.</b> Volumen de objetos por desplazamiento de agua .....	174
<b>Fig. 55.</b> Escalas de temperatura .....	180
<b>Fig. 56.</b> Dilatación de un gas .....	181
<b>Fig. 57.</b> Dilatación de cuerpos .....	182
<b>Fig. 58.</b> Cambios de estado de la materia .....	183
<b>Fig. 59.</b> Formas de propagación del calor.....	184
<b>Fig. 60.</b> Partes del termómetro.....	188
<b>Fig. 61.</b> Medida del termómetro .....	189
<b>Fig. 62.</b> Gráfica de temperatura vs tiempo .....	195
<b>Fig. 63.</b> Bolitas de cera calentándose.....	200
<b>Fig. 64.</b> Equilibrio térmico.....	201

## 1. Introducción

La comprensión de las propiedades generales de la materia tiene una gran incidencia en el aprendizaje de otros conceptos en niveles posteriores de enseñanza en el campo de la física y la química, puesto que son aspectos base para el estudio de estas disciplinas y por la complejidad que implican mayores niveles de abstracción. Es evidente que las actuales tendencias educativas apuestan por lograr un aprendizaje en el que se demuestre la aplicación del conocimiento en contexto y la puesta en escena de habilidades para desenvolverse en el mundo cotidiano. Sin embargo, en la práctica pedagógica todavía se evidencian falencias en el proceso de enseñanza aprendizaje, sea por la planificación de estrategias inadecuadas que no tienen la intencionalidad de superar las preconcepciones del estudiante, por el poco dominio de los conceptos que tiene el maestro o por el enfoque tradicional que se da empleando como recurso principal el libro de texto.

Varias investigaciones evidencian que los conceptos de masa, volumen y temperatura presentan dificultades en la comprensión debidas a algunas de las razones antes expuestas. Los conceptos de masa y peso son usados indistintamente en la vida cotidiana y su concepción difiere del saber científico, al igual que la temperatura y el calor, el volumen y la capacidad. Dichos conceptos se enseñan al finalizar la básica primaria considerando la definición del libro de texto, incluso con vacíos o errores conceptuales y luego se procede a la aritmetización, convirtiéndose el aprendizaje en un proceso mecánico y repetitivo. Por otro lado, se desconoce el uso de los instrumentos de medida y la relación entre unidades y magnitudes.

Por lo expuesto anteriormente, surgió la necesidad de implementar estrategias que inicialmente tuviesen relación con las experiencias previas de los estudiantes y que involucren la estructura lógica del aprendizaje de estos conceptos, para que exista motivación y una comprensión

más cercana al saber científico, por consiguiente, para que pueda darse un aprendizaje significativo de los mismos y se apliquen en los contextos donde se encuentran.

Desde esta perspectiva, el presente trabajo pretende fortalecer el proceso de enseñanza aprendizaje de los conceptos masa, volumen y temperatura en los estudiantes de grado quinto del Colegio Calasanz Pereira, por medio del desarrollo de una unidad didáctica que incorpora las etapas de formación de las acciones mentales, adaptándolas a la estructura de la guía de Escuela Nueva. En primera instancia, se partió del diseño y aplicación de un instrumento para la identificación de las ideas previas que tienen los estudiantes sobre los conceptos en estudio. Dichas preguntas se plantearon en términos de las competencias específicas del área de ciencias naturales, planteadas por el ICFES (Instituto Colombiano para el Fomento de la Educación Superior) como son el uso comprensivo del conocimiento, la explicación de fenómenos y la indagación. Teniendo como base la anterior información, se diseñó y se implementó la unidad didáctica y, posteriormente, se retomó el test inicial para verificar las modificaciones que tuvieron los estudiantes en cuanto a sus saberes previos y el progreso alcanzado para resolver situaciones en el contexto de competencias.

## 2. Planteamiento del problema

Durante varios años los procesos químicos y físicos de las ciencias naturales estuvieron relegados de los planes de estudio, pues la enseñanza de las ciencias se centraba en el conocimiento de los procesos del entorno vivo y en el que se privilegiaba la trasmisión de contenidos validando un método memorístico y repetitivo. Actualmente, esas concepciones de la enseñanza de las ciencias naturales han cambiado, no solo desde el punto de vista de lo que se debe enseñar, sino también desde las mismas habilidades que se deben desarrollar en los estudiantes, sin dejar de lado la comprensión y el uso del conocimiento. Sin embargo, a pesar de los esfuerzos para que se dé el cambio de paradigma, todavía existe en las prácticas pedagógicas el obstáculo de acudir a la definición de un determinado concepto, sus características y modelos de ejercicios que luego el estudiante mecaniza, incidiendo este aspecto en la motivación para aprender, en la comprensión y en la contextualización del conocimiento.

En este sentido, las propiedades de la materia como la masa, el volumen y la temperatura, no están lejos de presentar estas dificultades en la enseñanza, primero porque son consideradas nociones generales en el desarrollo programático de las ciencias naturales e, incluso, de la química, y no se dedica el tiempo necesario para su trabajo; segundo, porque el maestro que tiene como referencia el libro de texto, se orienta por lo que allí se expone y en muchos casos aparece una breve introducción del concepto, sus unidades de medida, conversiones y ejercicios, es decir; se concreta en la aritmetización del concepto; y tercero, porque algunos maestros de ciencias naturales no dominan lo suficiente los conceptos que subyacen al entorno físico y de este modo las estrategias implementadas no son efectivas en la comprensión del conocimiento.

En este contexto, es necesario conocer las ideas previas de los estudiantes para proponer estrategias que permitan un mayor acercamiento a su realidad, que lo que se aprenda se vincule con la experiencia cotidiana y capte el interés, del mismo modo que estimule el desarrollo de habilidades para usar comprensivamente el conocimiento, explicar lo que ocurre en diversas situaciones con fundamentos claros y se adquiriera gradualmente lo que subyace a las habilidades de indagación.

Cabe resaltar que las propiedades de la materia son de gran importancia para comprender otros conceptos posteriores en niveles superiores de enseñanza, por poner ejemplos, la identificación de sustancias, estequiometría, soluciones; temáticas abordadas en la química, igual que otras que también podrían mencionarse y son de relevancia para la física. En consecuencia, si no se aprenden significativamente y con claridad dichos conceptos, es probable que se presenten dificultades en el manejo de unidades y medidas, conversiones, solución de problemas y a su vez, esto se convierta en un obstáculo para el aprendizaje de otros conceptos ya mencionados.

Por lo anterior, surge esta propuesta del diseño e implementación de una unidad didáctica para fortalecer conocimientos y habilidades de interpretación, indagación y explicación de fenómenos, en los estudiantes de grado quinto del Colegio Calasanz Pereira, además de mejorar la comprensión de los conceptos de masa, volumen y temperatura.

Desde esta perspectiva surge el siguiente interrogante:

¿Cómo fortalecer el proceso de enseñanza aprendizaje de la masa, el volumen y la temperatura en los estudiantes de grado quinto del Colegio Calasanz Pereira, a partir del desarrollo de una unidad didáctica que vincule la teoría de formación por etapas de las acciones mentales de Galperin?

### 3. Justificación

La enseñanza de las propiedades generales de la materia, presenta su importancia en el contexto de los procesos químicos por considerarse elementos claves en la comprensión de otras temáticas que son abordadas en niveles superiores de enseñanza en áreas de física y química y también por la estrecha relación que guardan con otros conceptos como la densidad, el peso, la capacidad y el calor que han sido objeto de confusión y dificultades en la enseñanza, además por tratarse de magnitudes medibles y observables que si se enseñan adecuadamente permiten desarrollar el pensamiento lógico en los estudiantes, mejorar los niveles de abstracción y por consiguiente resolver situaciones en diversos contextos con mayor asertividad.

Partiendo de la experiencia en el aula y en contraste con lo que exponen algunos trabajos sobre la enseñanza de las ciencias naturales, especialmente en el tema de las propiedades de la materia, se hallan dificultades y vacíos en la comprensión de estos conceptos que están ligadas al enfoque de enseñanza tradicional y que a pesar de abordarse desde los primeros años de la básica primaria ha sido poca la atención que se le ha prestado, recurriendo a definiciones de cada concepto, sus unidades y ejemplos de sus medidas y posteriormente concluyendo con actividades que requieren de la memoria y la mecanización.

En este sentido, existe la necesidad de dinamizar la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias naturales considerando las ideas previas de los estudiantes con el fin de identificar las dificultades concretas y, en coherencia con estas, proponer estrategias que favorezcan el desarrollo de habilidades para reconocer e interpretar información, exponer y comprender argumentos, encontrar respuestas a preguntas basadas en evidencias y a su vez, que el conocimiento adquirido se asimile y pueda emplearse en contexto para resolver diversas situaciones.

Por lo anteriormente mencionado, surge como propuesta la implementación de una unidad didáctica con el modelo de guías de Escuela nueva, involucrando la teoría de Formación por etapas de las acciones mentales definida por Galperin, para fortalecer el proceso de enseñanza – aprendizaje y establecer claridad de conceptos de las ciencias naturales; en este caso, la masa, el volumen y la temperatura, partiendo del análisis de las ideas previas que poseen los estudiantes del grado quinto del Colegio Calasanz Pereira. Con el desarrollo de esta propuesta se espera mejorar en gran medida la comprensión, el nivel de desempeño en competencias específicas de las ciencias naturales como el uso comprensivo del conocimiento, la explicación de fenómenos y la indagación (ICFES, 2007), involucrando dichos conceptos. Este trabajo contribuye además, a la cualificación del trabajo en el aula brindando elementos teóricos y prácticos a otros docentes en su quehacer pedagógico.

## **4. Objetivos**

### **4.1. Objetivo general**

Mejorar el nivel de comprensión de los estudiantes en cuanto a obtención de conocimientos, desarrollo de habilidades y capacidades en el proceso de enseñanza aprendizaje de los conceptos masa, volumen y temperatura en estudiantes de grado quinto de primaria del colegio Calasanz Pereira, a través de la implementación de una unidad didáctica que involucre la teoría de formación por etapas de las acciones mentales.

### **4.2. Objetivos específicos**

Aplicar un instrumento para identificar las ideas previas de los estudiantes sobre la masa, el volumen y la temperatura.

Evaluar el nivel de competencias de los estudiantes en cuanto al uso comprensivo del conocimiento, explicación de fenómenos e indagación en términos masa, volumen y temperatura.

Promover el trabajo en equipo fortaleciendo los valores del respeto, la responsabilidad, la participación, la disciplina y el orden; los cuales serán valorados por el mismo estudiante durante el desarrollo de la unidad didáctica.

Verificar el uso del marco conceptual desarrollado en el proceso de enseñanza aprendizaje en las aplicaciones propias del contexto del estudiante.

## **5. Marco teórico**

### **5.1. Antecedentes**

A continuación se despliega un resumen de estudios realizados por otras personas que sirven de referencia para la enseñanza de los conceptos masa, volumen y temperatura, los cuales son de relevancia para la presente indagación. Se aclara que fueron muy pocos los trabajos hallados donde se integraran los tres conceptos, de tal manera que se describirán por separado. Por otro lado, se encontró que la mayor parte de estudios realizados especialmente de masa y volumen, están enfocados a la educación secundaria y universitaria.

### **5.2. Masa**

#### **5.2.1. Los conceptos masa y peso en estudiantes de básica primaria: una perspectiva desde los modelos didácticos analógicos**

Este trabajo de investigación lo desarrollaron Castaño Arias, Chica Castaño, Gómez González, y Grisales Posada (2011) con 46 estudiantes del grado quinto de básica primaria, pertenecientes a 4 instituciones educativas de los municipios de Sonsón y La Unión en el departamento de Antioquia. Tuvo como objetivo caracterizar los modelos de los estudiantes respecto a masa y peso mediante la aplicación de modelos didácticos analógicos. Durante la investigación se aplicó una didáctica con 4 fases: exploración, introducción de conceptos, síntesis y aplicación, con actividades que integraban el componente analógico. Con base en las respuestas de los estudiantes, las investigadoras establecieron los siguientes modelos para categorizar la información arrojada:

- **Modelo elaborado:** son representaciones que de manera explícita evidencian que los estudiantes diferencian con claridad y coherencia los conceptos masa y peso en situaciones determinadas (Castaño Arias et al., 2011, p. 36-37).
- **Modelo semiestructurado:** estas representaciones expresan el conocimiento de los estudiantes de que el peso de los cuerpos está sujeto a la variabilidad de acuerdo con las condiciones en las que se presente. No obstante, estos modelos se encuentran alterados ya que los alumnos afirman que la Luna no tiene gravedad (Castaño Arias et al., 2011, p. 36-37).
- **Modelo alternativo:** son representaciones que el estudiante realiza para explicar diferentes situaciones, siendo consistentes y aplicables en su realidad, pero no coinciden con los modelos escolares (Castaño Arias et al., 2011, 2011, p. 36-37).
- **Representaciones confusas:** son explicaciones que no presentan coherencia entre la situación planteada y las ideas de los estudiantes acerca de esa situación (Castaño Arias et al., 2011, p. 36-37).

Las conclusiones, de acuerdo con Castaño Arias, et al. (2011, p.44-45), fueron:

- Para un mismo concepto o situación relacionada con los conceptos masa y peso, los estudiantes pueden elaborar diferentes representaciones que se caracterizan por presentar un significado particular y ser utilizados de forma muy distinta (Castaño Arias et al., 2011).
- Respecto a la diferenciación de los modelos expresados por los estudiantes para los conceptos de masa y peso, se evidenció que en un nivel inicial, estas representaciones están alejadas de los planteamientos teóricos porque enfatizan en el uso de estos conceptos como sinónimos, incluso después de conocer el significado de los conceptos masa y peso

propuesto desde la ciencia, se sigue manifestando confusión en la comprensión de los mismos (Castaño Arias et al., 2011).

- A la mayoría de los estudiantes se les dificulta resolver situaciones que les impliquen utilizar el razonamiento para trascender el nivel descriptivo y pasar a un nivel de elaboración más completo de sus explicaciones, siendo una limitante para la elaboración del pensamiento analógico y argumentativo (Castaño Arias et al., 2011).
- El uso de los modelos didácticos analógicos en la construcción de representaciones relacionadas con los conceptos de masa y peso fue una estrategia que permitió incorporar el análisis, el razonamiento y la argumentación en el discurso que utilizan los estudiantes para comprender y explicar estos conceptos (Castaño Arias et al., 2011).
- La propuesta de las autoras para enseñar el concepto de masa y peso debe implicar el diseño y aplicación de analogías que no sólo involucren el análisis de situaciones sencillas, sino que a su vez integren el componente experimental, favoreciendo así que los alumnos construyan representaciones que reflejen el dominio conceptual sobre la masa y el peso y se aproximen más a los modelos científicos que se abordan en el área de ciencias naturales (Castaño Arias et al., 2011).

### **5.2.2. La clase de ciencias naturales y el desarrollo de competencias para la vida en la escuela primaria**

Esta experiencia de trabajo fue descrita por Roncancio (2012), quien hace una introducción a las habilidades para la vida que se desarrollan en las clases de ciencias naturales; luego, pone en contexto el marco de la educación científica con una experiencia de aula en la que se pretendió determinar la manera como se relacionan la masa y el peso de un cuerpo. La experiencia fue

realizada en una institución pública de la ciudad de Bogotá con un grupo de 45 estudiantes del grado cuarto, con edades entre los 9 y 11 años de edad.

La metodología propuesta fue el desarrollo de una secuencia didáctica partiendo de las ideas previas de los estudiantes. En la realización de las actividades se privilegió el trabajo en equipo, la discusión, diseño y uso de instrumentos, registro de datos, interpretación de resultados, los cuales sirvieron de base para argumentar las respuestas a las preguntas planteadas en cada sesión sobre la relación entre masa y peso. Los resultados obtenidos fueron satisfactorios en la medida en que los estudiantes pudieron comprender que la masa y el peso eran medidas proporcionales, del mismo modo que fortalecieron habilidades para el trabajo en equipo, propusieron alternativas de solución a los problemas presentados, construyeron textos escritos, comprendieron símbolos e interpretaron la información que estos brindaban.

De las conclusiones que describe Roncancio (2012) cabe resaltar la que hace referencia al desarrollo del pensamiento científico como contribución a la formación de ciudadanos más críticos, reflexivos y creativos, con una visión global de los problemas y con capacidad para transformar la realidad haciendo uso racional de los recursos que dispone el medio.

### **5.2.3. El perfil epistemológico de Bachelard y los modelos didácticos: la transferencia epistemológica en alumnos de nivel medio**

Viau y Moro (2011) desarrollaron esta investigación, la cual tuvo como propósito construir el perfil epistemológico de un grupo de estudiantes de enseñanza media, antes y después de la instrucción de los conceptos de masa y peso. El estudio se hizo con 31 estudiantes con edades entre 14 y 15 años pertenecientes a un curso de primer año de una misma escuela de nivel polimodal, con orientación en Economía y Gestión de las Organizaciones, de la ciudad de Mar del Plata.

Para la enseñanza de los conceptos involucrados se empleó un modelo analógico diseñado por los autores y para la recolección y organización de los datos se aplicó un cuestionario con respuestas múltiples de evaluación validado por otros expertos. Dicha información fue categorizada de acuerdo con las bandas de perfil epistemológico siguiendo los lineamientos de Bachelard (2003, citado en Viau y Moro, 2011).

Las bandas propuestas para el perfil fueron las siguientes:

- Realismo: comprende las ideas que denotan espontaneidad, vinculadas a las impresiones inmediatas, sensaciones e intuiciones, Bachelard (2003) citado en Viau y Moro (2011).
- Empirismo: ideas de los estudiantes relacionadas con los experimentos o fenómenos, Bachelard (2003) citado en Viau y Moro (2011).
- Racionalismo formal: caracterizada por la asociación a algoritmos y fórmulas sin llegar a un completo entendimiento de las relaciones conceptuales, Bachelard (2003) citado en Viau y Moro (2011).
- Racionalismo: muestra que las ideas se estructuran en un debate conceptual que dan lugar a un modelo de articulación conceptual, Bachelard (2003) citado en Viau y Moro (2011).

Las conclusiones de la investigación de Viau y Moro (2011) indicaron que hubo evolución en los perfiles epistemológicos de los estudiantes, donde existía una banda muy marcada de realismo antes de la instrucción, indicando la relevancia que tienen la percepción, la intuición y las sensaciones en las concepciones de los estudiantes; sin embargo, después de la instrucción se alcanzó un grado de racionalismo ingenuo. Por otro lado, se comprobó que el desarrollo de las clases y actividades con modelos requieren de acompañamiento según el contexto y necesidades de los estudiantes, de ahí la importancia de conocer bien sus características conceptuales, es decir,

sus perfiles epistemológicos, para incorporar los esquemas de la ciencia a sus destrezas ideas previas.

### **5.3. Volumen**

#### **5.3.1. Volumen y capacidad en grado quinto de primaria. Desarrollo de procesos aditivos y multiplicativos en mediciones directas e indirectas**

Este trabajo llevado a cabo por Fernández y Marmolejo (2013), tuvo como objetivo brindar pautas y orientaciones didácticas a los docentes de Matemáticas, de la Educación Básica, alrededor de la noción de volumen y capacidad de sólidos, prismas y cuerpos geométricos. La experiencia se desarrolló en el municipio de Policarpa (Nariño) entre los meses de agosto y noviembre del 2012. Para lo anterior se presentaron 3 situaciones didácticas para el grado quinto con maestros de tres instituciones educativas; en la institución educativa (IE) Madrigal San Francisco de Asís diseñaron la primera situación didáctica, titulada: “El volumen y capacidad en sólidos”; en la IE Agropecuaria diseñaron la segunda situación didáctica, titulada: “Volumen y capacidad en cuerpos sólidos y líquidos”, y en la IE Policarpa diseñaron la tercera y última situación didáctica, titulada: “Los prismas rectos y su volumen”.

Con respecto a la metodología, se diseñaron 3 fases para cada situación: la primera fue exploratoria y conceptual, en la cual se indagaron las concepciones de los maestros y se hicieron reflexiones desde el punto de vista didáctico y matemático sobre las magnitudes y la medida, así como sobre el tratamiento didáctico de las magnitudes tridimensionales de los sólidos (volumen); la segunda consistió en el diseño de actividades teniendo en cuenta los referentes teóricos, las dificultades encontradas en estudios previos y la metodología propuesta por los autores en otra investigación en formación de la Educación Matemática; y la tercera fase fue de implementación

y evaluación, también se hizo uso de la metodología de estudio en las clases para acompañar y evaluar la implementación y rediseñar estrategias de enseñanza con los niños de grado quinto.

Algunas de las reflexiones finales del estudio de Fernández y Marmolejo (2013), fueron:

- Los Docentes participantes coincidieron en afirmar que sería muy apropiado realizar estas actividades en un lugar más abierto que en un salón de clases convencional, donde los niños puedan manipular y experimentar con más libertad.
- Las actividades didácticas donde los niños encuentran las relaciones matemáticas entre volumen y capacidad deben realizarse finalizando el ciclo de formación de la Educación Básica Primaria; es decir, entre 11 y 13 años de edad, debido a las dificultades de comprensión que se presentan.
- En el grado quinto es conveniente continuar con el estudio de la capacidad sirviéndose de las graduaciones de recipientes; trabajando la medición directa; la medición indirecta como un elemento arbitrario y usando los sistemas de medidas.
- Las situaciones se dieron teniendo en cuenta un tratamiento didáctico del volumen como magnitud unidimensional y tridimensional, como proceso aditivo y multiplicativo y como medición directa e indirecta.

### **5.3.2. Volumen y capacidad: de las unidades de medida antropométricas a las estandarizadas**

Otra investigación sobre el volumen y la capacidad, realizada por Cruz, Vargas, Montes (2012), se planteó como objetivo la comprensión de las magnitudes de volumen y capacidad en estudiantes de grado quinto a través de la resolución de problemas, usando medidas antropométricas y estandarizadas.

Como estrategia se desarrolló una secuencia didáctica que constó de 4 fases, así: introducción (identificación de ideas previas y contexto de los estudiantes), desarrollo (reconocimiento de diferencias, relaciones y unidades de medida estandarizadas para volumen y capacidad), profundización (construcción de cubos, poliedros y sólidos geométricos) y evaluación (integración y aplicación de los conocimientos adquiridos). Durante todas las fases se involucró la resolución de problemas.

Las conclusiones a las cuales llegaron Cruz et al., 2012, fueron:

- El diseño y la planeación de actividades que impliquen resolución de problemas logra direccionar la gestión en el aula, de modo que el maestro y el estudiante tienen un rol activo en la construcción de las nociones trabajadas.
- La incorporación de nuevos esquemas a partir del conocimiento de las ideas previas hace que los procesos de medición y conversión de unidades de medida, relacionados con el volumen y la capacidad, recobren sentidos en diferentes contextos y mejoren la comprensión.

### **5.3.3. La construcción del concepto de volumen, en grado quinto, mediante la inmersión y manipulación de policubos**

La tesis así titulada la realizaron Barrera Duarte y Nino Garzón, 2008, orientada a construir el concepto de volumen con niños de quinto grado, haciendo uso de los policubos y la inmersión de objetos. En la experiencia participaron 39 niños del grado quinto de la institución Liceo Patria de la ciudad de Bucaramanga. Sin embargo, para el análisis de la información se seleccionaron 5 niños, y de acuerdo con los resultados obtenidos en la prueba diagnóstico, tres niños que mostraron muchas confusiones y otros dos con respuestas más acertadas.

Las siguientes fueron las reflexiones finales hechas por Barrera Duarte y Nino Garzón (2008), al terminar cada guía:

- Guía “Jugando y aprendiendo con policubos”: los policubos representaron una gran riqueza de la construcción del concepto del volumen; los estudiantes, partiendo de actividades simples como contar, deshacer, rehacer, llenar, vaciar y comparar, comprendieron la influencia de las tres dimensiones en la cantidad de espacio ocupado por un cuerpo y descubrieron cómo objetos de diferente forma pueden tener el mismo volumen. Los policubos ayudaron a hacer estimaciones a los niños respecto al espacio que ocupan de objetos huecos, llenando dichos objetos con policubos que fueron tomados como unidades de medida (Barrera Duarte & Nino Garzón, 2008).
- Guía “La inmersión y el volumen como espacio desplazado”: la inmersión de objetos principalmente no regulares y que sumerjan totalmente, es una experiencia que permite inducir a los estudiantes al concepto de volumen, ya que se puede observar el volumen del cuerpo sin hacer uso de unidades de medida; por tanto, es necesario incluir en el programa de matemáticas la manipulación de material concreto o didáctico que favorezca la experimentación por parte de los estudiantes y para que el aprendizaje sea significativo. De igual modo, los estudiantes pudieron comprobar que objetos de la misma forma, pero con diferente peso, desplazan la misma cantidad de agua, por tanto tienen el mismo volumen (Barrera Duarte & Nino Garzón, 2008).
- Guía “comparación de volúmenes”: en este caso se realizó una evaluación con situaciones problema donde se pudo evidenciar que los estudiantes aprehendieron el concepto de volumen a través de la inmersión de objetos y manipulación de policubos, ya que para

resolver cada punto, los estudiantes recordaban las actividades realizadas y las relacionaban con situaciones de la vida diaria (Barrera Duarte & Nino Garzón, 2008).

## **5.4. Temperatura**

### **5.4.1. Estudio de los conocimientos pre-adquiridos sobre las nociones de calor y temperatura en alumnos de 10 a 15 años**

La investigación realizada por Macedo de Burghi y Soussan (1985) se orientó a analizar los conocimientos pre-adquiridos sobre las nociones de calor y temperatura en los niños y adolescentes, así como la forma en que ellos las usan. Además, el trabajo buscó conocer las ideas falsas que podrían ser un bloqueo en el proceso de enseñanza-aprendizaje. La investigación fue realizada en Francia y Uruguay con un total de 1.225 estudiantes, y tuvo en cuenta los criterios de edad, lengua materna y el medio socio-económico y cultural.

Con respecto a la metodología, se aplicaron dos cuestionarios paralelamente: uno, combinando preguntas cerradas y abiertas y el otro, con preguntas cerradas; también se realizaron entrevistas individuales y se analizaron los mensajes escritos. En la aplicación de ambos cuestionarios hubo presentación de situaciones experimentales y se efectuó con niños que no habían recibido enseñanza previa sobre dichos conceptos.

Después de analizar las respuestas de ambos cuestionarios, completados con entrevistas individuales, las observaciones que hicieron Macedo de Burghi y Soussan (1985) fueron las siguientes:

Con respecto a calor y temperatura

- Un porcentaje elevado de estudiantes percibe una sola noción, la temperatura. Ellos utilizan la palabra calor o temperatura para expresar la misma idea. No obstante, calor es aplicado solamente y sin ambigüedad a temperatura elevada (Macedo de Burghi y Soussan,1985)
- Hacia los 13 -14 años la noción única calor-temperatura comienza a separarse. El alumno siente la existencia de dos “cosas” diferentes, pero como no sabe definir el calor en un sentido científico, en la práctica confunde ambas nociones (Macedo de Burghi y Soussan,1985).
- El porcentaje de estudiantes que utiliza dos nociones diferentes es muy bajo para diferentes edades (Macedo de Burghi y Soussan,1985).

Con respecto a la noción de temperatura

- Para cualquier edad y región, un porcentaje elevado de alumnos percibe la temperatura como una propiedad extensiva a nivel de números y de cantidad de materia. El hecho de adicionar o dividir cantidades de agua, la conduce a la adición o división de los valores numéricos de temperatura (Macedo de Burghi y Soussan,1985).

Luego, Macedo de Burghi y Soussan (1985) compararon los resultados a partir de las diferentes técnicas aplicadas y describieron las consideraciones que se muestran a continuación:

- El alumno utiliza en sus respuestas orales y escritas las mismas expresiones.
- Reaparecen puntos ya expresados en los cuestionarios, por ejemplo se relaciona “caliente” con una sensación, un cuerpo contiene calor.
- El alumno designa con el vocablo frío la sensación contraria y un cuerpo frío contiene frío. La noción temperatura no está diferenciada.
- La mayoría de los alumnos concibe tanto el calor como el frío como algo material.

- Las entrevistas permitieron ver que la temperatura es manipulada como propiedad extensiva.
- El estudiante no percibe fácilmente una transferencia, regularme es del menos caliente al más caliente, es decir, que “es el frío que se pasa”.

A modo de conclusión, se menciona que los resultados de esta investigación permiten establecer objetivos nocionales y metodológicos en el proceso de enseñanza-aprendizaje para mejorar la adquisición y comprensión de los conceptos.

#### **5.4.2. Las ideas alternativas del alumnado del primer ciclo de Educación secundaria obligatoria sobre la conservación de la energía, el calor y la temperatura**

El presente trabajo investigativo fue realizado por Ruiz Macías, Bañas Sierra y Medallo Jiménez (2003), quienes hicieron el diagnóstico y analizaron las ideas alternativas de los alumnos de primer ciclo de ESO de tres centros de Badajoz (España), sobre la conservación de la energía, el calor y la temperatura. Se trabajó con un total de 250 alumnos de zona rural y urbana de diferente estrato socioeconómico.

Con respecto a la metodología, esta fue cuantitativa y se empleó un cuestionario con preguntas de selección múltiple, abiertas, cerradas y semicerradas. La fuente de las preguntas fue diversa, de creación personal según las necesidades, extraídas de libros de texto y de autores que han realizado investigaciones precedentes y han sido efectivas.

Las conclusiones generadas por Ruiz Macías et al. (2003), a partir de la tabulación y análisis de las respuestas y en el caso específico de calor y temperatura, fueron:

- Los estudiantes en general no consideran constante la temperatura en un cambio de estado, esta aumenta proporcionalmente con la masa.

- Consideran el calor como una propiedad de los cuerpos y no como un mecanismo.
- Se reconoce la temperatura como una propiedad extensiva.
- Un pequeño porcentaje de estudiantes confunde calor con temperatura.

#### **5.4.3. Revisión de los conceptos calor y temperatura y elaboración de una estrategia didáctica en la Educación secundaria**

Orcos Palma (2012) desarrolló el estudio con el objetivo de determinar las ideas alternativas relacionadas con el calor y la temperatura, así como diseñar una estrategia didáctica que permitiera el cambio conceptual de los saberes previos estudiados. En el estudio se trabajó con alumnos del último curso de la Educación secundaria entre 15 y 16 años, de la modalidad de Ciencias del Instituto Inventor Cosme García de La Rioja (Argentina).

La metodología que se llevó a cabo fue la aplicación de un test inicial, desarrollo de la experiencia didáctica con enseñanza basada en el modelo del cambio conceptual y, finalmente, se aplicó una postprueba para evaluar el logro de los aprendizajes alcanzados.

Después del análisis y comparación de los resultados, Orcos Palma (2012) planteó las siguientes conclusiones:

- Muchas de las ideas entregadas por los alumnos, relacionadas con calor y temperatura, presentaron resistencia al cambio conceptual después de abordar la estrategia; sin embargo, el análisis de la preprueba y postprueba mostró avance estadístico y los resultados obtenidos de los promedios de respuestas correctas señalan que hay diferencias significativas. Los alumnos van de respuestas declarativas hasta otras que tienen más fundamentación en cuanto a explicación de fenómenos planteados.

- Se confirma lo expresado por otros autores que han estudiado el tema, como el hecho de que algunos errores conceptuales están atribuidos a la experiencia cotidiana, por ejemplo, considerar el calor como elevada temperatura, o errores relacionados con falta de adquisición de conocimientos en cursos anteriores.
- Se ratifica la importancia de conocer los errores conceptuales de los estudiantes antes de iniciar un curso o unidad con el fin de planear estrategias didácticas que ayuden a superarlos.

## **5.5. Acercamiento histórico**

A continuación se presenta una revisión histórica de los conceptos de masa, volumen y temperatura por la importancia que tiene este aspecto en la comprensión de la evolución de los conceptos en el marco del pensamiento científico.

### **5.5.1. Masa**

Al hacer una revisión histórica del concepto de masa, se encuentra que en la época de la prehistoria, alrededor del año 6000 a.C., en la región geográfica que hoy es Siria e Irán, se circunscribe al campo de la agricultura donde el problema era el reparto de la cosecha de manera equitativa. El metrólogo Livio Stecchini decía que la antigua regla era que un hombre adulto "libre" consumía dos pintas básicas (540cc) de trigo en un día. Las mujeres y los esclavos usualmente recibían la mitad de esta básica ración. Una pinta básica equivale al contenido de dos puños (citado en: Mashood, 2010, p.33). Si bien esta era una medida adoptada para el volumen, también puede decirse que es la primera noción de medida de la materia que coincide con la medida de alimentos.

En física, la palabra masa o su equivalente latino, *massa*, fue de uso común en el siglo XVII. John Harris afirma que "Massa, esta palabra es usada por los filósofos naturales para expresar la cantidad de materia en todo el cuerpo" Jammer (1964, citado en: Mashood, 2010, p.34). En latín, masa significaba un trozo de materia, luego la idea se generalizó hasta ser un trozo de nada. A su vez, el término masa se deriva del griego "maza" que significa torta de cebada. En la literatura griega, la antigua maza denota un tipo de pan de calidad inferior al pan de trigo, es decir, pan sin levadura. Es así como estas ideas conducen ineludiblemente a la Biblia, en la que se hace referencia al pan sin levadura, en este caso, a la maza. Por lo tanto, es común para los teólogos cristianos que el pan sin levadura es el que se sirve en el ritual de la Eucaristía, el que se consumió en la última cena. Es pertinente aclarar que el término para referirse a la Eucaristía es "mass".

Hacia el siglo XIII, Aegedius Romano de la Universidad de París, un discípulo de Santo Tomás de Aquino, empleó la Doctrina de Ibn Rushd de "dimensiones determinadas e indeterminadas", refiriéndose a la transformación del pan y el vino en la Eucaristía, argumentando que del pan, el vino y toda materia terrenal había dos tipos de cantidades: Dimensión indeterminada ahora es *quantitas materiae* y dimensión determinada es el volumen. Romanus mencionó que la variación de uno de ellos no implica la variación de la otra, es decir, que la *quantitas materiae* es una cantidad conservada. Hasta el momento, era la primera vez que se hablaba de otra medida cuantitativa diferente a la del volumen (citado en: Mashood, 2010, p.35).

En el siglo XIV Jean Buridan construyó su teoría del ímpetu alrededor de la noción de *quantitas materiae*, en la que un cuerpo que posee mayor cantidad de materia más ímpetu tendrá. De cierta manera, se introduce el concepto de inercia y es entonces cuando este fundamento se convierte en precursor directo de lo que luego Johannes Kepler retoma en el siglo XVI, para intentar delimitar dicho concepto, afirmando lo siguiente: "Por lo tanto, la inercia de un cuerpo es

no sólo la incapacidad para transportarse a sí mismo de un lugar a otro, pero es también una tendencia para resistir cualquier influencia externa [...] La inercia es más grande cuanto mayor es la cantidad de materia en un volumen dado”. De esto modo, Kepler logró conectar la inercia con la cantidad de materia (citado en: Mashood, 2010, p.35)

En el siglo XVII, Isaac Newton adopta la idea de Kepler distinguiendo entre *quantitas materiae* e inercia y la proporcionalidad entre masa y peso, así como oficialmente y por primera vez se menciona la palabra masa en su obra “*Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*”, publicada en 1687 y cuya definición es la siguiente: “La cantidad de materia es la medida de la misma, surgida de su densidad y volumen conjuntamente”. En este concepto se puede ver la circularidad con la magnitud densidad, ya que para hallar la densidad se relaciona la masa y el volumen, volviendo nuevamente a la magnitud de masa. Luego aparece: “Es esa cantidad de materia la que en lo sucesivo menciono bajo el nombre de masa o cuerpo”. Lo mismo se da a conocer mediante el peso de cada cuerpo: pues la masa es proporcional al peso, como he descubierto por experimentos muy precisos con péndulos” (citado en Guillarón, Méndez, Lourenço, Costa, y Hernández, 2012). De esta manera, se puede evidenciar cómo desde estos siglos se identificaban la masa y el peso, una concepción que tiende adoptarse en la actualidad.

Asimismo, Newton afirma en la definición II de su mismo libro, lo siguiente: “La cantidad de movimiento es la medida del mismo obtenida de la velocidad y de la cantidad de materia conjuntamente”, y en la III dice: “La fuerza ínsita de la materia es una capacidad de resistir por la que cualquier cuerpo, por cuanto de él depende, persevera en su estado de reposo o movimiento uniforme y rectilíneo” (citado en Martínez Muñoz, 2011).

En esta última definición, Newton considera la masa como medida de la inercia, es decir, que cuanta más masa tiene un cuerpo más se opondrá a modificar su estado natural (reposo o

movimiento) y por consiguiente, es más difícil variar su velocidad, o sea, su aceleración será menor. Paralelamente, de acá surge otra magnitud que es la masa gravitatoria, así como se menciona en el Libro III de los Principia: “La gravedad ocurre en todos los cuerpos y es proporcional a la cantidad de materia existente en cada uno”. Es una propiedad semejante a la carga eléctrica que genera interacción entre los cuerpos donde mediría la “pesadez” de los mismos, lo que supone también emplear de manera implícita o explícitamente el concepto de peso y fuerza (Domènech, 1992, p. 225).

En este orden de ideas, veamos cómo se conciben el peso y la fuerza Según Ohanian (2009, en Zapata Pareja, 2014): “En la terminología de la física, la atracción de la gravedad sobre un cuerpo se llama peso del cuerpo. Así, el peso es una fuerza; es una cantidad vectorial: tiene dirección (descendente) así como una magnitud” (p. 27).

La unidad del peso y de la fuerza en el sistema internacional es el Newton y la masa tiene como unidades en el sistema internacional el kilogramo (kg).

Considerando lo que dice Ohanian (2009, en Zapata Pareja, 2014), hay que tener en cuenta que “La masa es una propiedad intrínseca del cuerpo”, mientras que “El peso es una propiedad extrínseca del cuerpo” (p. 27); en consecuencia, “la masa permanece igual en cualquier parte que el cuerpo se encuentre, mientras que el peso depende de su ubicación debido a la variación de la gravedad, con el aumento o disminución de las distancias con respecto al centro de las enormes masas dominantes. Si el cuerpo se encuentra ubicado cerca de la superficie terrestre, la gravedad se puede considerar como constante con el valor de  $9,8 \text{ m/s}^2$ ; valor aproximado, teniendo presente algunas variaciones, como que la Tierra no es perfectamente esférica, que hay grandes altibajos en su superficie, que la distancia de los polos al centro de la Tierra no es la misma que en el Ecuador” (Zapata Pareja, 2014).

De la misma manera, como se empleó implícitamente el concepto de fuerza y peso al considerar la masa gravitatoria, también en la física clásica se intuyó la equivalencia entre masa inercial y masa gravitacional, incluso se intentó hablar de identidad dada la constatación por medio de experimentos de la igualdad de las aceleraciones de la caída libre de los cuerpos en la superficie terrestre (Misner, et al, 1973, citado en: Domènech, 1992). Dicha identidad es una de las claves más importantes que condujo al desarrollo de la teoría general de la relatividad.

Durante doscientos años, los fenómenos físicos fueron estudiados sujetos a las masas de las leyes del movimiento descubiertas por Newton, incluso la ley de la fuerza debía ser adaptada al fenómeno que se deseaba estudiar; sin embargo, tras los descubrimientos en el siglo XIX de los fenómenos eléctricos y magnéticos, que no pudieron ser explicados coherentemente con el modelo mecánico, además porque implicaba un nuevo tipo de fuerza (electromagnética), fue como se produjo una revolución científica en la que se reevaluaron conceptos fundamentales de la física mecánica dando paso a la física moderna.

Con las ecuaciones de Maxwell de los fenómenos electromagnéticos, el concepto de Faraday de teoría de campos y la teoría de Lorentz, ineludiblemente se llegó a la teoría de la relatividad restringida, al tener que abandonar la noción de absoluta simultaneidad, excluyendo la existencia de fuerzas que actúan instantáneamente a distancia (Martínez Muñoz, 2011). En consecuencia, la noción de masa también cambió, considerándose inicialmente como una magnitud constante, una propiedad universal asentada en el espacio y tiempo absolutos para ser una magnitud variable que depende del estado de movimiento y la velocidad en la que se mueve el cuerpo; además, que es equivalente a la energía, es decir, en la actualidad el concepto de masa está asociada a la energía así como lo describe Einstein en su trabajo *¿Depende la inercia de un cuerpo de su contenido energético?*, donde afirma: “La masa de un cuerpo es la medida de su

contenido de energía” (Ruiz de Elvira, 2003, citado en Vílchez González, López Serrano, Reyes Camacho y Carrillo-Rosúa, 2010). Dicho concepto se unifica a través de la ecuación  $E= mC^2$ .

Resumiendo, se encuentra que al hacer el recuento histórico del concepto masa, se ha pasado de considerar la masa según Newton, como “cantidad de materia”; luego, como medida de la inercia y masa gravitacional, esta última llevando implícitamente los conceptos de fuerza y peso. Finalmente, con la teoría de la relatividad la masa inercial y masa gravitacional se tornan en entidades semejantes; así, el término masa deducido de esta teoría relativista, es equivalente a la energía.

Por otro lado, en el contexto del desarrollo histórico de la química, la masa es la cantidad de sustancia que se relaciona claramente con la naturaleza corpuscular de la materia, y en el SI se expresa en moles, lo que da a entender que estas son dos magnitudes distintas que se refieren a diferentes propiedades de la materia (Vílchez González, et al., 2010).

Guggenheim (1961, citado en Furió Más & Padilla, 2003) define la cantidad de sustancia como una magnitud diferente a la masa y al número de partículas, pero proporcional a ambas. Esta nueva magnitud es reconocida por la Unión Internacional de Física Pura y Aplicada (I.U.P.A.P) como una de las siete magnitudes fundamentales, recomendando como su unidad básica al mol, según Azcona (1997, citado en Furió Más y Padilla, 2003, p.69).

### **5.5.2. Temperatura**

El desarrollo histórico de este concepto se concibe con base en los autores: Martínez (1992), quien en su libro “Termodinámica básica y aplicada” hace una introducción a la historia de la Termodinámica; Hincapié Montes, Y.M. e Hincapié Montes, J.W (2010) en su tesis “La resolución de problemas desde el CTS como estrategia para la enseñanza de los conceptos calor,

temperatura y energía interna”, se refiere a este componente; al igual que Ríos, Piedrahíta y Vallejo (2008) con su tesis “Las concepciones sobre el calor de los futuros maestros de ciencias naturales de la universidad de Antioquia”. Por último, también se consideran los autores Salomón y Miatello (2010) con el artículo, “El termómetro: historia de uno de los instrumentos básicos de la práctica médica cotidiana”.

Para empezar, la temperatura en la antigüedad estaba sujeta a lo que se pudiera percibir a través de los sentidos, es decir, atribuirle a los objetos las características ligadas a la sensación del tacto. Dichas caracterizaciones fueron muy simples y poco sistematizadas, como caliente, tibio, templado y frío, las cuales estuvieron vinculadas a diferentes fenómenos o situaciones.

Si bien, “Aunque el estudio de los fenómenos térmicos puede remontarse a los sabios griegos que describieron aparatos donde se comprimían aire y vapores (Martínez, 1992, p.545), fue a Galileo Galilei en 1592, a quien se le atribuyó la invención del primer termómetro (termoscopio para la época). Él diseñó “Un balón de cristal lleno de aire, cuya parte inferior descendía un tubo parcialmente lleno de agua que terminaba en un recipiente lleno también de agua. Cuando el aire del balón se dilataba o comprimía, el nivel del agua en el tubo variaba, lo cual indicaba la temperatura” (Smorodinski Ya, 1983, citado en Hincapié Montes Y.M. e Hincapié Montes J. W., 2010). Pero, este instrumento tuvo varias dificultades que representaron errores en las mediciones, debido a que el nivel de agua dependía de las variaciones de presión atmosférica, tampoco tenía una escala por lo que los datos eran cualitativos; además, el agua llegaba a un punto donde se congelaba y por esta razón fue cambiada por alcohol.

Años más tarde, hacia 1612, Santorre Santorio introdujo una escala numérica y resolvió el problema de que el termómetro de Galileo no la tuviera; por primera vez, este instrumento tuvo uso en la medicina para tomar la temperatura del cuerpo humano. Luego, con el perfeccionamiento

del arte en la elaboración de capilares, el Duque Toscana, en 1641: “Introduce el termómetro de bulbo con alcohol y capilar sellado, prácticamente como los usados hoy en día” (Martínez, 1992).

De otro lado, a mediados del siglo XVII, se le atribuye a Robert Boyle el descubrimiento de las dos primeras leyes de los gases ideales que involucran el concepto de temperatura y que posteriormente permitió crear la ley del equilibrio térmico, que dice: “Todos los cuerpos expuestos a las mismas condiciones de calor o de frío alcanzan la misma temperatura”, dando claridad a los conceptos de calor y temperatura (a nivel conceptual), aunque hoy en día todavía existen confusiones en el lenguaje cotidiano (Salomón y Miatello, 2010, p. 4).

El uso del termómetro se popularizó con sus aplicaciones científicas, incluso en la medicina para la observación de la evolución de enfermedades, especialmente las febriles, donde se analizan las variaciones térmicas en el transcurso del día y su relación con el pulso.

Daniel Fahrenheit en 1714, un fabricante de instrumentos técnicos, logró introducir el primer termómetro a base de mercurio (que tiene una alta expansión térmica lineal). Su principal aporte fue la creación de la escala Fahrenheit y que actualmente es de gran uso en Estados Unidos y, hasta hace poco, en el Reino Unido. La escala de Fahrenheit no tiene valores negativos y es bastante precisa por la dilatación lineal del mercurio. Él definió “dos puntos fijos, el de congelación de una disolución saturada de sal común en agua, y la temperatura del cuerpo humano, dividiendo en 96 partes iguales esta escala” (Martínez, 1992, p.575). Con este termómetro, Fahrenheit: “Consiguió medir la variación de la temperatura de ebullición del agua con la presión del aire ambiente y comprobó que todos los líquidos tienen un punto de ebullición característico” (Ríos Tobón, et al., 2008, p. 24). Tras la muerte de Daniel Fahrenheit, se consideró que la temperatura del cuerpo humano era inconstante para definir un punto fijo de temperatura, entonces

se ajustó dicha escala asignando  $32^{\circ}\text{F}$  para el punto de congelación del agua y  $212^{\circ}\text{F}$  para el punto de ebullición.

En 1731, René Antoine Ferchault de Réaumur propuso una escala con el punto de congelamiento del agua para  $0^{\circ}$  y el punto de ebullición de  $80^{\circ}$ . Esta escala fue usada en Europa hasta la introducción de la escala centígrada en el gobierno de Francia, y así estuvo simultáneamente con la centígrada hasta el siglo XX cuando decayó su uso.

Luego, en el año 1740, el Suizo Andrés Celsius propuso los puntos de fusión y ebullición del agua al nivel del mar como puntos fijos y creó un termómetro dividiendo la distancia en 100 grados. Atribuyó el 100 al punto de congelamiento del agua y 0 al punto de ebullición. Más tarde, el botánico Carl Von Linneo invirtió el orden y le asignó el 0 al punto de congelación del agua y 100 al punto de ebullición, porque creía que lo más “caliente” debería corresponder a una temperatura más elevada: “El uso de esta escala es generalizado, utilizándose internacionalmente para todos los trabajos científicos. Por acuerdo internacional, los científicos en la conferencia celebrada el año 1948, rebautizaron la escala con el nombre del inventor, proponiendo la escala Celsius y grados Celsius” (Salomón y Miatello, 2010).

Un siglo después, en 1848, Lord William Thomson Kelvin propuso una escala termodinámica con base en la ley de los gases de Jacques Charles y Joseph Gay-Lussac, sobre la variación de volumen de los gases en función de la variación de la temperatura, donde Charles concluía que todos los gases tendrían el volumen igual a cero a la temperatura de  $-273.16^{\circ}\text{C}$ . K. Sin embargo, Kelvin dedujo que no era el volumen de la materia que se anularía en esa temperatura, pero sí la energía cinética de sus moléculas. Propuso que esa temperatura era la más baja posible y la llamó “cero absoluto”, y por esto se creó una escala absoluta o Kelvin. Los 0 K corresponden al cero absoluto y es equivalente a  $-273^{\circ}\text{C}$ .

Finalmente, William John Macquorn Rankine propuso en 1859 otra escala de temperatura que especificaba 0 para el cero absoluto, pero dicha escala tenía el mismo tamaño de la escala Fahrenheit; el punto de congelamiento del agua de  $32^{\circ}\text{F}$  correspondería a  $491.67^{\circ}\text{R}$  y el punto de ebullición de  $212^{\circ}\text{F}$  correspondería a  $671.67^{\circ}\text{R}$ . Esta escala es llamada Rankine y su unidad definida es en  $^{\circ}\text{R}$ .

### **5.5.3. Volumen**

Para conocer la evolución del concepto de volumen fue necesario acudir a la historia de las matemáticas que, desde las civilizaciones antiguas hasta la matemática moderna, ha brindado grandes aportes a la construcción de este concepto desde el punto de vista geométrico. El desarrollo histórico se describe con base en los aportes de los siguientes autores: Del Olmo Romero, Moreno Carretero y Gil Cuadra (1989) con el libro “Superficie y volumen: ¿algo más que el trabajo con fórmulas?”; Barrera Duarte y Nino Garzón (2008) con su trabajo, “La construcción del concepto del volumen, en grado quinto, mediante la inmersión y manipulación de policubos”; Sáiz Roldan (2002) en el capítulo 2 de su tesis de doctorado en ciencias: “El pensamiento del maestro de primaria acerca del concepto matemático volumen y su enseñanza”; y Baquero Barbosa, (2014,). con su tesis “Una propuesta didáctica para la enseñanza del concepto de volumen dirigida a estudiantes de grado octavo”.

Así pues, desde la época antigua varias civilizaciones contribuyeron con aportes al concepto de volumen, como los siguientes:

Babilonios: los conocimientos geométricos estaban enfocados a solucionar problemas reales, los cuales se encuentran en las tablillas de Estrasburgo; con respecto al volumen, aparecen cálculos para determinar el volumen de prismas y cilindros y la determinación de la cantidad de

ladrillos para la construcción de muros. Los Babilonios crearon varios sistemas de unidades, dentro de ellas están las de capacidad que se relacionan con el volumen de los sólidos, así, según Del Olmo Romero, et al., 1989, p. 155):

*10 Sila = 1 Ban (aproximadamente 0.82 litros)*

*6 Ban = 1 Nigida (aproximadamente 49.2 litros)*

*5 Nigida = 1 Gur (aproximadamente 266 litros)*

Egipcios: en varios papiros como el de Moscú y el de Rhind, se encuentra información sobre problemas provocados por el almacenamiento de granos en recipientes de formas diferentes, y en respuesta a dicha necesidad se obtuvo el volumen del cilindro. Estos conocimientos geométricos fueron la base para que los egipcios tuvieran fórmulas para calcular áreas de figuras planas y volúmenes de sólidos geométricos como cubos, cilindros y pirámides; en el caso de esta última, especialmente para el tronco de la pirámide con base cuadrada, la fórmula era correcta, lo que causa sorpresa a varios historiadores porque para inferir una fórmula de ese nivel, se requieren habilidades para trabajar con cantidades abstractas y para hacer operaciones algebraicas.

Volviendo a la obtención del volumen del cilindro que solucionó el problema de almacenamiento de granos, los egipcios los hicieron de dos maneras, así como explica Gillings (1982, citado en Sáiz Roldan, 2002):

A veces, ellos calculaban el volumen con una fórmula que permitía obtener el resultado directamente en unidades de volumen de granos. En otras, calculaban el volumen usando la fórmula del área de la base por la altura y al final hacían la transformación de las unidades obtenidas a las de capacidad (p. 26).

Lo anterior da cuenta de las comparaciones que realizaban los egipcios de unidades de diferente magnitud y del uso que le daban a este conocimiento.

China: el desarrollo matemático de los chinos se compiló en el libro de “Nueve capítulos sobre el arte matemático”, escrito en el periodo comprendido entre 206 a. de C. y 221 d. de C. Este libro incluye problemas de la geometría aplicados a la agricultura y a la ingeniería, cálculo de área y volumen de figuras sólidas (las fórmulas empleadas eran correctas), cobro de impuestos, cálculo de fracciones y solución de problemas con sistemas de ecuaciones, entre otros. Dicha obra influyó posteriormente en el desarrollo de las matemáticas.

Grecia: esta civilización realizó valiosos e innumerables aportes al desarrollo de las matemáticas, dentro de ellas a la geometría, y es por esto que se señalan varios matemáticos griegos con sus contribuciones. Según Del Olmo Romero, et al. (1989, p. 159), Demócrito (500 a.C.) estableció la fórmula para hallar el volumen de una pirámide considerando que estos sólidos estuvieran formados por gran cantidad de capas paralelas. Eudoxo de Cnido (409-356 a.C.) establece el método de exhaustión que consiste: “En calcular exhaustivamente áreas y volúmenes, descomponiendo las figuras o cuerpos en regiones o partes más sencillas de áreas o volúmenes conocidos” (Sáiz Roldan, 2002, p. 26); este método lo empleó para demostrar la fórmula del volumen de una pirámide, dada por Demócrito. Luego, Euclides (323-285 a.C.), en el libro XII de “Los elementos”, describe el método de exhaustión de un modo más riguroso y lo emplea para demostrar fórmulas con las cuales halla el volumen de conos, cilindros, esferas y pirámides, y establece sus relaciones.

Más adelante, Arquímedes de Siracusa (250 a.C) obtuvo resultados de trascendencia en la matemática y por consiguiente en la geometría, empleando la mecánica y la ley de palancas, que involucraba equilibrio y centros de masas para encontrar el volumen de cuerpos sólidos más complicados que los considerados por Eudoxo. Para hacer sus demostraciones también usó el método de exhaustión. Dentro de los aportes más significativos de Arquímedes se encuentra de:

“Demostrar que el volumen de un cilindro es igual al de una esfera y un cono, todos con el mismo radio en su círculo máximo y por altura el valor del radio” (Baquero Barbosa, 2014, p. 14).

En la edad moderna, hacia el año 1615, cuando los trabajos de Arquímedes ya estaban muy popularizados, Johann Kepler se interesó por ellos, los estudió y escribió su Obra “*Nova stereometria doliorum vinariorum*” (Nueva geometría sólida de barriles de vino), donde desarrolló técnicas infinitesimales para calcular áreas y volúmenes. Su interés especial por los barriles surge a partir de un incidente que tuvo al comprar un barril de vino donde el procedimiento que utilizó el comerciante para calcular el volumen del barril no le pareció convincente, y de ahí se propuso la tarea de buscar un método más exacto, por lo que estudió especialmente sólidos de revolución y, sin conocerlo, aplicó un método similar al desarrollado por Arquímedes muchos años atrás; también: “Obtuvo la fórmula para el volumen de una esfera al considerarla compuesta por pirámides con vértices en el centro y bases infinitesimalmente cercanas a la superficie” (Sáiz Roldan, 2002, p. 27).

Veinte años más tarde, Bonaventura Cavalieri publica un libro titulado “Geometría indivisibilibus continuorum, con base en las ideas de Galileo y Kepler, ganando popularidad y promoviendo el desarrollo del cálculo integral e infinitesimal: “El método de Cavalieri para determinar volúmenes no tenía aproximaciones y consistía en medir mediante comparación lo que él llamaba indivisibles” (Sáiz Roldan, 2002, p. 30), los cuales pueden entenderse como láminas (infinitamente delgadas) que se forman al cortar un cuerpo en planos paralelos a la base. Según Del Olmo Romero, et al. (1989), este principio se justifica considerando un cuerpo formado por láminas delgadas y que si, al ser comparado con otro coincide en la cantidad de láminas a la misma altura, entonces ambos tienen el mismo volumen.

Aparte de Cavalieri hubo otros matemáticos que contribuyeron con el desarrollo del cálculo integral, y entre ellos tenemos a Fermat, quien desarrolló un procedimiento para calcular máximos y mínimos; Roberval, quien en 1634 realizó la cuadratura del cicloide utilizando principalmente el método de los indivisibles de Cavalieri, y Torricelli que demostró que “la rotación entre curvas de longitud infinita puede generar un sólido de volumen finito” (Baquero Barbosa, 2014, p. 24).

Posteriormente, surge el cálculo integral y diferencial con las contribuciones de Newton (1642–1727) y de Leibniz (1646–1716), quienes mostraron gran interés por el concepto de integral y con el cual fue posible obtener áreas y volúmenes de sólidos por medio de funciones, resolución de problemas con tangentes y curvas. Dichos conocimientos se extienden hasta nuestros días y tienen aplicaciones en diferentes disciplinas.

#### **5.6. Marco legal: Estándares Básicos de competencias del Ministerio de Educación Nacional (MEN)**

En el marco de los Lineamientos curriculares de Ciencias Naturales elaborados en 1998, se establecieron los estándares básicos de competencias en Ciencias Naturales, los cuales son orientaciones que se brindan a las instituciones educativas del país sobre lo que los niños, niñas y jóvenes están en capacidad de saber y de hacer de acuerdo con el nivel de escolaridad en el que se encuentran, para garantizar una calidad educativa común que implica evaluar y proponer planes de mejoramiento. Por otro lado, los estándares de ciencias naturales están expresados en función de acciones de pensamiento y producción concreta que realizan los estudiantes, lo que da cuenta del grado de desarrollo de las competencias y también se convierte en una herramienta para el diseño del currículo y la planeación de la enseñanza en el aula (ICFES, 2007).

Para el objetivo de este trabajo se tienen en cuenta las acciones de pensamiento referentes al Entorno Físico en los ciclos de primaria y, de manera particular, las que tienen relación con los conceptos de masa, volumen y temperatura, las cuales están organizadas por bloques de grados, de Primero a Tercero, de Cuarto a Quinto y así hasta el grado Once. Es de aclarar que hay correspondencia entre un bloque de grados al siguiente donde las acciones se complejizan de un modo creciente, así como los conocimientos.

**Tabla N° 1.** Acciones de pensamiento de ciencias naturales relacionadas con masa, volumen y temperatura.

Acciones de pensamiento de ciencias naturales por grupos de grados en primaria.	
Primero a Tercero	Cuarto a Quinto
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Propongo y verifico diversas formas de medir sólidos y líquidos.</li> <li>• Establezco relaciones entre magnitudes y unidades de medida apropiadas.</li> <li>• Identifico diferentes estados físicos de la materia (el agua, por ejemplo) y verifico causas para cambios de estado.</li> <li>• Identifico situaciones en las que ocurre transferencia de energía térmica y realizo experiencias para verificar el fenómeno.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Describo y verifico el efecto de la transferencia de energía térmica en los cambios de estado de algunas sustancias.</li> <li>• Establezco relaciones entre objetos que tienen masas iguales y volúmenes diferentes o viceversa y su posibilidad de flotar.</li> <li>• Comparo el peso y la masa de un objeto en diferentes puntos del sistema solar.</li> </ul>

Fuente: (ICFES, 2007).

Al observar el conjunto de acciones de pensamiento que realizan los estudiantes en estos grados de primaria, involucrando los conceptos de masa, volumen y temperatura, es claro que se dan a partir del planteamiento de preguntas sobre situaciones cotidianas que vivencian los estudiantes y la exploración de los elementos del entorno; inicialmente desde las descripciones y las comparaciones y luego desde las explicaciones que dan la posibilidad a hacer conjeturas y comprobarlas por medio de la realización de experiencias con una intención clara. A medida que

se avanza de un grado a otro se van formalizando los conceptos y se recurre cada vez a las fuentes de información para ser objeto de reflexión entre lo que se experimenta y lo que hay en la literatura.

En esta etapa también se hacen mediciones indirectas (en el caso del volumen) y mediciones directas como el uso de instrumentos de medida y unidades para las diferentes magnitudes, afianzando aún más la relación entre unidades y magnitudes y las diferencias entre una magnitud y otra.

Por otro lado, al revisar el proceso de enseñanza aprendizaje de los conceptos de masa, volumen y temperatura, se puede evidenciar que también se incluyen en el currículo de las matemáticas como parte de la construcción del pensamiento métrico y sistemas de medidas: de este modo, también es necesario dar una mirada a los estándares planteados en esta área en los grados de primero a quinto, que tienen relación con los conceptos mencionados y establecer diferencias en el enfoque que se da en el aprendizaje desde las matemáticas y las ciencias naturales.

**Tabla N° 2.** Estándares de competencias de matemáticas relacionados con masa y volumen.

Estándares en matemáticas por grupos de grados en primaria	
Primero a Tercero	Cuarto a Quinto
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reconozco en los objetos propiedades o atributos que se puedan medir (longitud, área, volumen, capacidad, peso y masa) y, en los eventos, su duración.</li> <li>• Comparo y ordeno objetos respecto a atributos medibles.</li> <li>• Realizo y describo procesos de medición con patrones arbitrarios y algunos estandarizados, de acuerdo al contexto.</li> <li>• Analizo y explico sobre la pertinencia de patrones e instrumentos en procesos de medición.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diferencio y ordeno, en objetos y eventos, propiedades o atributos que se puedan medir (longitudes, distancias, áreas de superficies, volúmenes de cuerpos sólidos, volúmenes de líquidos y capacidades de recipientes; pesos y masa de cuerpos sólidos; duración de eventos o procesos; amplitud de ángulos).</li> <li>• Reconozco el uso de algunas magnitudes (longitud, área, volumen, capacidad, peso y masa, duración, rapidez, temperatura) y de algunas de las unidades que se usan para</li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Realizo estimaciones de medidas requeridas en la resolución de problemas relativos particularmente a la vida social, económica y de las ciencias.</li> <li>• Reconozco el uso de las magnitudes y sus unidades de medida en situaciones aditivas y multiplicativas.</li> </ul>	<p>medir cantidades de la magnitud respectiva en situaciones aditivas y multiplicativas.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Selecciono unidades, tanto convencionales como estandarizadas, apropiadas para diferentes mediciones.</li> <li>• Utilizo y justifico el uso de la estimación para resolver problemas relativos a la vida social, económica y de las ciencias, utilizando rangos de variación.</li> <li>• Utilizo diferentes procedimientos de cálculo para hallar el área de la superficie exterior y el volumen de algunos cuerpos sólidos.</li> <li>• Justifico relaciones de dependencia del área y volumen, respecto a las dimensiones de figuras y sólidos.</li> <li>• Reconozco el uso de algunas magnitudes (longitud, área, volumen, capacidad, peso y masa, duración, rapidez, temperatura) y de algunas de las unidades que se usan para medir cantidades de la magnitud respectiva en situaciones aditivas y multiplicativas.</li> </ul>
---	---

Fuente: (ICFES, 2007).

Al observar la tabla N° 2 del conjunto de estándares de matemáticas, se puede deducir que en algunos de ellos se guarda una estrecha relación con lo que se propone en el área de ciencias naturales para el mismo grupo de grados, lo que quiere decir que el aprendizaje en el reconocimiento y uso de estas magnitudes es reforzado. Sin embargo, es de anotar que en los primeros años de escolaridad, antes de la asignación numérica o el empleo de fórmulas para el trabajo con determinadas magnitudes, se considera la estimación, la comparación y la medición directa (uso de instrumentos ) de las mismas, lo que se va perdiendo hacia los últimos grados de la primaria, por lo menos es lo que se ve actualmente en la práctica pedagógica donde se da un reconocimiento a las unidades estandarizadas y se inicia con la aritmetización y la solución de problemas. Por lo anterior, en el proceso a llevar a cabo para la enseñanza aprendizaje de estos

conceptos, se considerará la manipulación de material concreto empleando la percepción para hacer estimaciones aproximadas sobre la masa, el volumen y la temperatura, así mismo la comparación y la medición directa de cada una de ellas.

### **5.7. La unidad didáctica**

Una de las maneras de concretar el proceso de enseñanza-aprendizaje teniendo una intencionalidad clara en objetivos, contenidos, estrategias, además de considerar el contexto y necesidades de los estudiantes, es a través de la planificación y desarrollo de una Unidad Didáctica (UD). Para Shulman (1987, citado en García Franco y Garritz Ruiz, 2006, p. 112), una unidad didáctica: “Es un instrumento para desarrollar la representación de las ideas de un tema de la manera más útil que pueda ser comprensible a otros”, en otras palabras, que conduzca a la aplicación del conocimiento por parte de quien aprende.

Considerando lo anterior, se entiende que el maestro además de analizar concienzudamente los contenidos que va a enseñar, también realiza un análisis reflexivo del componente didáctico y evaluativo, pensando en los estudiantes y en las competencias que esperan desarrollarse, de tal manera que se logre un aprendizaje efectivo de diversos temas y, en lo que compete a este trabajo, se trata de la comprensión de las propiedades generales de la materia (masa, volumen, y temperatura), y la solución de las diferentes situaciones que se plantean a los estudiantes involucrando estos conceptos.

Siguiendo la misma línea, Blasco Mira y Mengual Andrés, (2008) definen la unidad didáctica como:

Unidad de trabajo diseñada y desarrollada por el profesor en función de las características propias de cada aula, ajustada y secuenciada a la programación curricular de cada área con una duración determinada, que estará supeditada a los aprendizajes previos de los alumnos,

y que organizada en subunidades (sesiones), tiene como fin último lograr el aprendizaje de los alumnos en relación con un tema determinado (p. 4).

Es evidente que la planeación de una unidad didáctica requiere un estudio metódico de varios aspectos, los cuales son articulados para dar respuesta a unos objetivos y a unas necesidades. En este sentido, es posible adecuar estrategias de aprendizaje a la unidad didáctica para desarrollar en los estudiantes competencias de uso comprensivo del conocimiento, explicación de fenómenos e indagación involucrando los conceptos objeto de estudio.

Según Sánchez Blanco y Valcárcel Pérez (1993) las unidades didácticas ofrecen al docente la posibilidad de dinamizar la enseñanza, de volverse un investigador y adquirir conocimientos teóricos y metodológicos para resolver los problemas que se planteen, dado que se ve abocado a conocer información científica de los contenidos, de las ideas previas de los alumnos, de estrategias metodológicas y recursos de aprendizaje para contrastarlos con el contexto real del aula e ir modificando sus planteamientos. En este sentido, la imagen que construye el maestro sobre la ciencia y sobre el proceso de enseñanza y aprendizaje, es aprehendida por los estudiantes y estos la emplearán para construir su conocimiento y resolver problemas.

### **5.7.1. Estructura de la Unidad didáctica**

Las guías de aprendizaje que integran la unidad didáctica propuesta en el presente trabajo, siguen el modelo de Escuela Activa Urbana, el cual se basa en el fundamento de la Escuela Nueva que promueve el aprendizaje activo, participativo y cooperativo, donde el estudiante tiene protagonismo en su aprendizaje asumiendo un papel activo en las discusiones, en la búsqueda de estrategias para llevar a cabo las actividades propuestas y poner en común los resultados de sus trabajos con los demás compañeros (López Gil y González de Londoño, 2012).

De acuerdo con el Manual Didáctico para Docentes de Escuela Activa Urbana (Marín López, Castaño Montoya, García y Londoño Castaño, 2011), la guía de aprendizaje contiene los siguientes momentos pedagógicos:

Momento A de Vivencias: se introduce el tema partiendo de los saberes previos del estudiante y se motiva a explorar los nuevos conceptos.

Momento B de Fundamentación: se presenta el sistema de conocimiento abarcando las ideas científicas fundamentales y el esquema de las acciones a ejecutar, en otras palabras, el tema de estudio objeto de asimilación.

Momento C de Práctica: se proponen acciones individuales y grupales para reforzar el contenido de aprendido.

Momento D de Aplicación: se plantean situaciones y problemas en las que el estudiante aplica el conocimiento asimilado y los aprendizajes adquiridos, además se presentan actividades de profundización que permiten que el estudiante contextualice el conocimiento.

## **5.8. Teoría del aprendizaje de Galperin**

Parafraseando a (García Mendoza, Ortiz Colón, Martínez Moreno, & Tintorer Delgado, 2009) y (López Morejón & Pérez de Prado, 1999) se dice que esta concepción tiene su base en la teoría de la actividad de Vigostky, la cual fue estudiada por Galperin y quien concibe el desarrollo mental o la asimilación del conocimiento como resultado de la actividad en el plano externo; mientras ocurre ese proceso de transformación se presentan una serie de cambios cualitativos a los que él llamo etapas, las cuales se describen en la teoría de formación por etapas de las acciones mentales (García Mendoza et al., 2009). De acuerdo con Matías Pérez, (2010): “Las acciones

mentales se desarrollan en la actividad de los alumnos, partiendo de acciones externas con los objetos” (p. 753).

Siguiendo a Galperin, (Citado en López Morejón y Pérez de Prado, 1999) “en la actividad del proceso de enseñanza-aprendizaje, las acciones se dan por etapas para formar los conceptos”, así:

### **5.8.1. Etapa motivacional**

En esta se da un abrebocas propiciando interés en el estudiante por el contenido a abordar. “El alumno no entra en ningún tipo de acción, aquí se le prepara para asimilar los conocimientos. En esta etapa las tareas deben crear una disposición favorable hacia el objeto y el medio efectivo es a través de la proposición de situaciones problema, en el contexto de lo que se va estudiar mediante videos, demostraciones experimentales”, etc. (López Morejón y Pérez de Prado, 1999, p.3). Con relación a la Unidad didáctica: “Exploremos las propiedades de la materia”, esta etapa se explicita en las vivencias o actividades de motivación donde se proponen acciones para explorar los saberes previos del estudiante y se le introduce en el tema de estudio.

### **5.8.2. Etapa de la base orientadora de la acción (BOA)**

Según López Morejón y Pérez de Prado, (1999) después de captar el interés del estudiante, puede acercarse al conocimiento de la acción y de las condiciones en que debe realizarla; es cuando se le da el sistema necesario de conocimientos sobre el objeto de estudio, con las operaciones respectivas a ejecutar y en el orden que deben realizarse. “En esta etapa no hay ejecución de la acción por parte del estudiante, solo el conocimiento de la acción y es previo a la misma. Se muestra al alumno el material que tiene que asimilar, y se profundiza en aquella acción que da solución al problema. Los métodos a emplear son el explicativo, problémico y de elaboración

conjunta. Los medios pueden ser diversos: pizarra, diapositivas, y se da en la explicación” (López Morejón y Pérez de Prado, 1999, p.3)

Con relación a la Unidad didáctica diseñada, esta etapa comprende la fundamentación teórica de cada concepto como masa, volumen y temperatura, y cada una de las acciones a llevar a cabo en el desarrollo de las actividades individuales y grupales con los estudiantes. La maestra explica cada uno de estos aspectos.

### **5.8.3. Etapa material o materializada**

De acuerdo con López Morejón y Pérez de Prado, (1999) en esta etapa el estudiante realiza la acción o las actividades con la orientación del maestro, generalmente se emplean objetos reales, modelos, gráficas, tarjetas de estudio. En la enseñanza, esta constituye una variante de la presentación de la acción de una forma material evitando que el estudiante repita de manera automatizada los contenidos y orientándolo en el trabajo que debe llevar a cabo en la solución de tareas.

Con relación a la Unidad didáctica de “Exploremos las propiedades de la materia”, esta etapa se concreta en el momento de las prácticas de laboratorio, donde el estudiante tiene la posibilidad de manipular los objetos y los instrumentos de medición para la masa, el volumen y la temperatura. Por otro lado, en términos de las variables propuestas que se refieren al componente cognitivo, aludiendo a la competencia de indagación, será el pretexto para valorar el trabajo que hacen los estudiantes y describir su nivel de desempeño.

#### **5.8.4. Etapa verbal**

Cuando el estudiante domina el esquema de la acción o las operaciones en el orden explicitado y ha adquirido los conocimientos necesarios, expresa oralmente o por escrito sus aprendizajes con reducción de las ayudas externas materiales, haciendo que la acción sea consciente. Acá cobran gran importancia las reuniones grupales, por pareja, de discusión, para la solución creativa de problemas. El maestro puede observar, verificar e influir positivamente en el desarrollo de la acción (López Morejón y Pérez de Prado, 1999).

Al establecer la relación con la Unidad didáctica propuesta, se encuentra que las preguntas orientadas a la discusión sobre los resultados obtenidos en las diferentes prácticas de laboratorio y la redacción del procedimiento desarrollado en las experiencias, apuntan a la interacción de los grupos de estudiantes empleando el lenguaje oral y escrito. Lo anterior será el pretexto para valorar la competencia de explicación de fenómenos como una de las variables definidas en el componente cognitivo del presente trabajo.

#### **5.8.5. Etapa mental**

En esta etapa se da el lenguaje externo para sí y el lenguaje interno. En el lenguaje externo para sí, según García Mendoza, et al. (2009), “el estudiante realiza la acción por cuenta propia, en silencio, de manera que las operaciones son ejecutadas con conciencia” y el maestro puede hacer preguntas de control individuales o al grupo para asegurar un adecuado desarrollo de la acción.

Por otro lado, en el lenguaje interno el estudiante comunica el resultado final de su trabajo, esta acción es mental, se hace con total independencia y sin ayudas materializadas. Se caracteriza por ser de carácter creativo porque se busca la aplicación de los conceptos en nuevas situaciones. Acá es posible plantear problemas con mayor complejidad y variedad (Matías Pérez, 2010).

En la Unidad didáctica diseñada, este momento se concreta en el apartado de actividades de aplicación, en la cual se proponen diferentes problemas y situaciones para que los estudiantes apliquen los conocimientos asimilados. El producto y desarrollo de estas actividades por parte de los estudiantes es el insumo para valorar el nivel de desempeño en la competencia cognitiva que hace referencia al uso comprensivo del conocimiento.

## **6. Metodología**

### **6.1. Enfoque del trabajo**

El presente trabajo plantea un enfoque mixto, en el cual se combinan métodos cuantitativos y cualitativos, el primero por la recolección de datos que se procesan haciendo uso de la estadística de manera simple y se interpretan con base a una revisión literaria; en el segundo caso, por el análisis de las observaciones que se realizan sobre las habilidades, actitudes y comportamientos de la población en estudio para responder al planteamiento del problema. En este sentido, Hernández Sampieri y Mendoza (2008) citados por Hernández Sampieri, Fernández Collado y Baptista Lucio, (2010) definen el método mixto así:

Representa un conjunto de procesos sistemáticos, empíricos y críticos de investigación e implican la recolección y el análisis de datos cuantitativos y cualitativos, así como su integración y discusión conjunta, para realizar inferencias producto de toda la información recabada y lograr un mayor entendimiento del fenómeno bajo estudio (p. 546).

### **6.2. Contexto**

El presente trabajo se realizó en el Colegio Calasanz Pereira, Orden Religiosa de las Escuelas Pías, establecimiento educativo de la ciudad de Pereira de carácter privado, católico y con jornada única. Este ofrece educación formal en los niveles de Preescolar, Básica primaria y secundaria y Educación media, con un buen reconocimiento de su labor en el medio. Actualmente se encuentra ubicado en el barrio Jardín, de nivel socioeconómico medio alto, así como los sectores aledaños y a los cuales pertenece una gran población de estudiantes. Dicho grupo socioeconómico se caracteriza por tener un interés en la buena formación académica, en el fomento de los valores y la vivencia de la fe como base para la formación de seres humanos íntegros, con aspiraciones de

ser buenos profesionales y líderes que aporten y transformen la sociedad, según los valores del Evangelio.

El modelo educativo del Colegio Calasanz está orientado por la filosofía del fundador de la Orden Religiosa de las Escuelas Pías, San José de Calasanz, quien dedicó la mayor parte de su vida a la educación de niños y jóvenes, especialmente pobres, según los valores del Evangelio y bajo el lema “Piedad y Letras”, es decir, la vivencia de la fe, la espiritualidad, la formación del ser y el conocimiento profundo de las ciencias.

Para lo anterior, se apuesta por 4 pilares de la educación que son:

Aprender a Convivir: Compromiso Ético

Aprender a Ser: Construcción de Identidad

Aprender a Conocer: Excelencia Académica

Aprender a Hacer: Discernimiento Vocacional

### **6.3. Población**

Este trabajo se implementó con 37 estudiantes del grado 5-A conformado por 14 niñas y 23 niños, cuyas edades oscilan entre los 10 y 12 años. Todos ellos provenientes de familias con un buen nivel de escolaridad y que pertenecen a estratos 4, 5 y 6.

### **6.4. Etapas del trabajo**

Para el desarrollo de los objetivos propuestos en el presente trabajo se llevaron a cabo las siguientes etapas:

#### **6.4.1. Etapa inicial y diagnóstica**

Nace con la identificación y definición del problema de investigación, el diseño de objetivos, para lo cual fue necesario realizar una revisión bibliográfica sobre estudios en la enseñanza de los conceptos de masa, volumen y temperatura, así como los obstáculos presentes en el aprendizaje de estos. Esta información permitió contrastar las situaciones reales vividas en el aula con los estudiantes de grado quinto en años previos, encontrando similitud en las dificultades al abordar dicha temática y también en el desarrollo de competencias cognitivas.

Posteriormente, se consultó el marco legal de MEN, en estándares de ciencias naturales y matemáticas de grado quinto que tuviesen relación con los conceptos de masa, volumen y temperatura, para tener claridad en las acciones de pensamiento a trabajar con los estudiantes; del mismo modo, se efectuó una revisión de Pruebas Saber aplicadas por el ICFES al grado quinto para elaborar un instrumento de ideas previas con preguntas centradas en competencias ya validadas por expertos y, finalmente, definir una estrategia didáctica que permitiera mejorar el desempeño y comprensión de los estudiantes frente a los conceptos mencionados.

En esta etapa también se realiza la aplicación del instrumento de ideas previas (test inicial) para identificar el nivel de comprensión y apropiación de los estudiantes sobre los conceptos de masa, volumen y temperatura, y a su vez conocer las dificultades que se presentan para abordar el tema.

El instrumento diseñado contiene 18 preguntas de selección múltiple con única respuesta; cada pregunta presenta el esquema de Pruebas Saber que tiene la intencionalidad de evaluar competencias específicas de las ciencias naturales como el uso comprensivo del conocimiento, la explicación de fenómenos y la indagación. De la misma manera, las preguntas se agruparon en bloques referentes a cada uno de los conceptos, considerando criterios entre los que se encuentran:

medidas y unidades, instrumentos de medición, procedimientos para determinar cada magnitud, comparación entre variables e interpretación de datos.

La distribución de las preguntas está dada de la siguiente manera:

**Tabla N° 3.** Categorías de preguntas test inicial y final.

CONCEPTO	N° DE PREGUNTA
Masa	1, 3, 4, 5, 7, 14
Volumen	2, 6, 8, 9, 11, 13
Temperatura	10, 12, 15, 16, 17, 18

#### **6.4.2. Etapa de diseño**

Posterior a la aplicación del test inicial, se inició con la elaboración de la Unidad didáctica sobre la masa, el volumen y la temperatura, considerando como soporte los aspectos necesarios para la enseñanza-aprendizaje de cada concepto, hallados en la revisión bibliográfica, y la proposición de actividades que permitieran visualizar el nivel de desempeño de los estudiantes en las competencias de uso comprensivo del conocimiento, explicación de fenómenos e indagación.

La unidad didáctica comprende 3 guías de aprendizaje, cada guía está enmarcada bajo la metodología de Escuela Nueva y ajustada a los momentos de la teoría de la Formación por etapas de las acciones mentales de Galperin (motivacional, Base Orientadora de la Acción -BOA, materializada, verbal y mental). La secuencia didáctica esbozada en las guías de aprendizaje se presenta a continuación:

A. **VIVENCIAS:** en esta etapa se exploran los saberes previos del estudiante y se le motiva con actividades para introducirse en el tema de estudio. Con referencia a la teoría de la Formación, esta etapa es la motivacional.

- B. **FUNDAMENTACIÓN:** se presenta el sistema de conocimiento abarcando las ideas científicas fundamentales y el esquema de las acciones a ejecutar, en otras palabras, el tema de estudio objeto de asimilación. Con respecto a la teoría de Formación por etapas de las acciones mentales de Galperin (TFEAM), se relaciona con la Base Orientadora de la Acción (BOA).
- C. **PRÁCTICA:** se proponen acciones de concreción del conocimiento, el estudiante manipula objetos reales, explora y es el protagonista de la acción. Se plantean actividades individuales y también grupales para favorecer además la discusión y la interacción con el otro. Al hacer conexión con la TFEAM, se llevan a cabo dos etapas, una es la materializada y la otra es la verbal.
- D. **APLICACIÓN:** se plantean situaciones y problemas en las que el estudiante aplica el conocimiento asimilado y los aprendizajes adquiridos, además se presentan actividades de profundización que permiten que el estudiante contextualice el conocimiento, lo comparta en familia, con su entorno social y le dé sentido a lo que aprende. Con respecto a la teoría de Formación por etapas de las acciones mentales de Galperin, este momento se relaciona con la etapa mental.

#### **6.4.3. Etapa de ejecución**

Comprende la implementación de la unidad didáctica “Exploremos y conozcamos propiedades generales de las materia”, que se realizó entre los meses de mayo, junio y julio con una duración de 9 semanas. Durante el desarrollo se llevaron a cabo los diferentes momentos de la metodología Escuela Nueva y de la teoría de Formación por etapas de las acciones mentales de Galperin. En cada etapa se observaron y valoraron los comportamientos, actitudes, avances y dificultades de los estudiantes que fueron objeto de análisis posterior; también se realizó la

respectiva socialización de cada uno de los momentos vividos para la correspondiente retroalimentación.

Posteriormente, se aplicó el test final que es el mismo realizado en el diagnóstico de ideas previas, esto con fin de hacer un comparativo y determinar el nivel de comprensión y apropiación de los conceptos, alcanzado por los estudiantes después de aplicada la estrategia y saber si esta fue efectiva.

#### **6.4.4. Etapa de evaluación**

Se realiza un análisis cuantitativo y descriptivo de los datos del test inicial y test final para comparar resultados y determinar el avance en la comprensión de los conceptos. Para la evaluación del desarrollo de la unidad didáctica se tuvieron en cuenta las variables en el aspecto cognitivo, en este caso las competencias específicas en el área de ciencias naturales según el ICFES y, por otro lado, el aspecto axiológico con una serie de valores que fueron fácilmente observables en el trabajo que realizó cada estudiante. A su vez, los estudiantes desarrollaron un ejercicio de autoevaluación al final de cada guía de aprendizaje considerando tanto lo cognitivo como lo axiológico. Todo lo anterior fue la base para el diseño de tablas que muestran el nivel de desempeño de cada estudiante durante el desarrollo de las diferentes guías y las observaciones que apuntan a señalar los aspectos positivos, negativos e interesantes del trabajo.

#### **6.5. Definición de variables para la evaluación de la unidad didáctica**

Las variables a observar y valorar parten de las competencias específicas en las ciencias naturales, consideradas por el Instituto Colombiano de Educación Superior (ICFES), las cuales son identificadas y desarrolladas en el aula. Si bien las competencias propuestas son siete, solo

serán objeto de evaluación y análisis cuatro de ellas, correspondientes a aspectos disciplinares, metodológicos y actitudinales, destacando que los dos primeros aspectos serán transversalizados a los conceptos de masa, volumen y temperatura. Las variables a tener en cuenta, de acuerdo con el ICFES, (2007), son las siguientes:

1. Uso comprensivo del conocimiento: es la capacidad del estudiante para reconocer y diferenciar fenómenos, representaciones y preguntas pertinentes sobre estos fenómenos. Es decir, la capacidad para comprender y usar los conceptos en la solución de problemas, en la que el estudiante relaciona los conocimientos con situaciones de la vida.
2. Explicación de fenómenos: es la capacidad del estudiante para construir y comprender argumentos, representaciones o modelos que den razón de fenómenos. Conlleva a una actitud crítica para establecer la validez o coherencia de una afirmación.
3. Indagación: es la capacidad del estudiante para plantear preguntas y procedimientos adecuados y para buscar, seleccionar, organizar e interpretar información relevante para dar respuesta a esas preguntas. El estudiante se vale de la investigación para dar respuesta a preguntas, hace predicciones basándose en evidencias y conocimiento científico, representa datos en tablas y gráficos para hacer interpretaciones correctas y reconocer patrones. Genera conclusiones a partir del conocimiento científico y de las evidencias de sus investigaciones y experiencias propias, así como de otros.

En el aspecto actitudinal se involucra la formación de los niños y las niñas para comunicarse efectivamente e interactuar con otros de manera productiva asumiendo compromisos, viviendo valores como el respeto, la responsabilidad, la participación, la disciplina y el orden. Es así como la cuarta variable a tener en cuenta es el trabajo en equipo, el cual será evaluado tomando como referencia los valores ya mencionados. A continuación se describen los valores de varias

fuentes de información y la finalidad del trabajo en equipo, según el documento del ICFES. Para facilitar la evaluación se presenta una rúbrica con las características de cada valor, distribuidas en niveles de desempeño, permitiendo a la vez visibilizar el trabajo de los estudiantes.

Las definiciones de cada valor fueron tomadas de diversas fuentes de manera textual.

La responsabilidad:

Es la conciencia acerca de las consecuencias que tiene todo lo que hacemos o dejamos de hacer sobre nosotros mismos o sobre los demás. En el campo de estudio o del trabajo, por ejemplo, el que es responsable lleva a cabo sus tareas con diligencia, seriedad y prudencia porque sabe que las cosas deben hacerse bien desde el principio hasta el final y que solo así se saca verdadera enseñanza y provecho de ellas. Un trabajo entregado a tiempo es sinónimo de responsabilidad. La responsabilidad garantiza el cumplimiento de los compromisos adquiridos y genera tranquilidad entre las personas (EL TIEMPO, 2002).

En el aula, este valor se vivencia con el cumplimiento en la realización y presentación de actividades a tiempo y el desempeño eficaz de los roles que tiene el estudiante, dando su mayor esfuerzo y poniendo en juego todas sus capacidades.

El respeto:

El respeto es la base fundamental para una sana convivencia y pacífica entre los miembros de una sociedad. Para practicarlo es preciso tener una clara noción de los derechos fundamentales de cada persona, entre los que se destacan en primer lugar el derecho a la vida, además de otros tan importantes, como el derecho a disfrutar de su libertad, disponer de sus pertenencias o proteger su intimidad, por solo citar algunos entre los muchos derechos, sin los cuales no es posible vivir con orgullo y dignidad. El respeto abarca todas las esferas de la vida, empezando por el que nos debemos a nosotros mismos y a todos nuestros semejantes, hasta el que le debemos al medio ambiente, a los seres vivos y a la naturaleza en general, sin olvidar el respeto a las leyes, a la memoria, a los antepasados y a la patria en que nacimos (EL TIEMPO, 2002).

Dentro del aula, este valor se demuestra en el trato cordial y amable que tiene el estudiante con las demás personas con las que interactúa, la escucha activa hacia las opiniones de otros compañeros y la espera del turno para expresar sus ideas e inquietudes al maestro, o incluso a los integrantes del mismo equipo de trabajo. También es posible vivenciar el valor del respeto con el cuidado que tiene el estudiante hacia sus útiles escolares, el mobiliario y el espacio donde se desenvuelve, cumpliendo con unas normas mínimas acordadas en el grupo para favorecer un ambiente propicio hacia el aprendizaje.

La disciplina:

La disciplina procede del latín *discere*, que significa aprender; luego, la disciplina como un valor/actitud/acción significa la capacidad de hacer lo que se debe hacer, basados en poder ser organizados y constantes en las actividades diversas de la vida cotidiana. La disciplina requiere orden y eficacia para realizar las actividades que se piden y desempeñarlas lo mejor que se pueda. Una persona disciplinada cumple con sus responsabilidades, se esfuerza por llevarlas lo mejor posible, organiza su tiempo, sus actividades e intenta que el ambiente y el espacio en que se encuentra sea agradable y armónico. Este valor permite a las personas formar hábitos, desarrollar sus talentos y habilidades y tener autocontrol en su carácter (EcuRed, 2015).

En el aula de clase es posible vivenciar esta actitud con el buen ritmo de trabajo de cada estudiante, aprovechando efectivamente el tiempo y los recursos sin necesidad de tener un control frecuente del maestro para finalizar una actividad propuesta. Es característico que el estudiante muestre agrado por dar su mayor esfuerzo en lo que realiza con el deseo de aprender y obtener buenos resultados, a su vez que colabora con las normas básicas de atención, orden en lo que produce, en su puesto de trabajo, y respeto por el uso de la palabra para que el ambiente sea armónico.

El orden:

La virtud del orden se comporta de acuerdo a unas normas lógicas, necesarias para el logro de algún objetivo deseado y previsto, en la organización de las cosas, en la distribución del tiempo y en la realización de las actividades, por iniciativa propia, sin que sea necesario recordárselo (Arrechea Harriet de Olivero, 2015).

En el aula de clase, básicamente se puede vivenciar este valor en la adecuada presentación de los trabajos, en el aprovechamiento de los tiempos de clase, en la organización del material escolar, en el orden del puesto de trabajo, en la planeación de actividades y en la distribución de pequeñas tareas entre los miembros de un equipo de trabajo. El orden le permite al ser humano claridad para establecer prioridades y conducir su vida de manera equilibrada en diferentes aspectos.

La participación:

Participar es llevar a la acción, es tomar parte de algo. Es un proceso donde se ponen al servicio las habilidades y las capacidades para que se pueda obtener un resultado, a su vez ésta actividad proporciona crecimiento personal y conocimiento.

La participación en el proceso de aprendizaje es una condición necesaria. Hasta tal punto que resulta imposible aprender si el sujeto no realiza una actividad conducente a incorporar en su acervo personal bien una noción, definición, teoría, bien una habilidad, o también una actitud o valor (Ferreiro, 2004, p.3).

Dentro del aula de clase, este valor se visibiliza con el aporte de ideas y sugerencias que hace cada estudiante para la realización del trabajo propuesto con el fin de alcanzar excelentes resultados. Asimismo, cuando se aprovechan efectivamente los tiempos para el desarrollo de las actividades grupales, en el que cada integrante aporta su conocimiento y hace uso de sus capacidades para el beneficio colectivo.

El trabajo en equipo:

El resultado del trabajo en equipo debe ser una construcción colectiva en la que todos los integrantes asumen responsabilidades y las cumplen para la consecución de un producto o de un discurso sobre un tema objeto de estudio. Para lograr esta construcción es preciso saber argumentar las posiciones personales y valorar y aceptar los argumentos de otros cuando se reconoce en ellos pertinencia y validez (ICFES, 2007).

“El trabajo en equipo permite aprender a participar con libertad de expresión en una discusión, de desarrollar la capacidad de reconocer contextos y características individuales de los participantes, de reconocer y respetar puntos de vista diferentes dando valor a los aportes de todos” (ICFES, 2007). Del mismo modo, es la oportunidad para aprender buenos hábitos como el respeto por las normas establecidas, la aceptación y cumplimiento de las funciones acordadas, el respeto por los turnos, la selección de los momentos para intervenir, el uso del lenguaje cada vez más fluido, el sentido de pertenencia que nace de la interacción con los pares y la vivencia de los valores que se convierten en la identidad del mismo equipo. Por último, se considera que el trabajo cooperativo es fundamental para el desarrollo de habilidades cognitivas, sociales y emocionales que redundan en una formación para la sana convivencia.

## **6.6. Herramienta de evaluación de los estudiantes**

Con el propósito de tener un registro más claro de evidencias de los procesos que llevan a cabo los estudiantes en las diferentes actividades propuestas y de cómo se vivencian los valores en el grupo, se empleará una rúbrica para el componente cognitivo donde se enmarcan las tres variables: uso comprensivo del conocimiento, explicación de fenómenos y la indagación (ICFES, 2007). En el campo axiológico se describen los valores de respeto, responsabilidad, participación, disciplina y orden.

**Tabla N° 4.** Rúbrica para valoración actitudinal.

CRITERIOS DE VALORACIÓN	ESCALA DE VALORACIÓN			
	SUPERIOR (4,6 – 5,0)	ALTO (4,0 – 4,5)	BÁSICO (3,0 – 3,9)	BAJO (1,0 – 2,9)
RESPECTO	Siempre demuestra un trato cordial y amable con las demás personas con las que interactúa y siempre escucha con atención las opiniones de otros.	Generalmente demuestra un trato cordial y amable con las demás personas con las que interactúa y escucha con atención las opiniones de otros.	Algunas veces tiene un trato amable y cordial con las demás personas con las que interactúa y pocas veces interrumpe las opiniones de otros.	Difícilmente da un trato amable y cordial a las demás personas y se le dificulta escuchar con atención las opiniones de otros.
RESPONSABILIDAD	Siempre cumple con la realización y presentación de trabajos a tiempo; además tiene un desempeño eficaz de las funciones adquiridas en el equipo.	En la mayoría de ocasiones realiza y presenta los trabajos a tiempo, además se desempeña bien en las funciones adquiridas en el equipo.	En ocasiones se retrasa con la realización de trabajos y algunos los presenta incompletos; además su desempeño en las funciones adquiridas en el equipo es variable.	Es inconstante en la realización y presentación de trabajos o incluso no los entrega; además no cumple a cabalidad con las funciones adquiridas en el equipo.
PARTICIPACIÓN	Siempre aporta activamente ideas y da sugerencias para la realización del trabajo con el fin de alcanzar excelentes resultados.	Generalmente aporta ideas y en ocasiones da sugerencias para la realización del trabajo.	Algunas veces aporta ideas y rara vez da sugerencias para la realización del trabajo.	Rara vez aporta ideas y no da sugerencias para el trabajo. A veces no hace o se rehúsa a hacer lo que le corresponde.
DISCIPLINA	Siempre acata las normas de clase y favorece el buen ambiente de trabajo aprovechando efectivamente el tiempo.	Generalmente acata las normas de clase y favorece el buen ambiente de trabajo aprovechando bien la mayor parte del tiempo.	Se distrae fácilmente, siendo necesario llamarle la atención para reincorporarse al trabajo.	Se distrae mucho e interfiere en el desarrollo de su trabajo y en el de los demás, por lo que es necesario hacer llamados de atención recurrentes.

ORDEN	Siempre conserva limpia y en orden su área de trabajo y útiles escolares. La presentación de los trabajos es impecable y la información es clara.	La mayoría de ocasiones conserva limpia y en orden su área de trabajo y útiles escolares. La presentación de los trabajos es buena y la información es comprensible.	En algunas ocasiones no tiene limpia y en orden su área de trabajo y útiles escolares. La presentación de trabajo es regular y la información es poco clara.	Difícilmente tiene su área de trabajo limpia y en orden, al igual que sus útiles escolares, que frecuentemente pierde. La presentación de los trabajos no es adecuada, le falta orden y claridad en la información.
-------	---	--	--	---

Fuente: propia

**Tabla N° 5.** Rúbrica para valoración de competencias en la unidad didáctica.

CRITERIOS DE VALORACIÓN	NIVELES DE DESEMPEÑO			
	SUPERIOR (4,6 – 5,0)	ALTO (4,0 – 4,5)	BÁSICO (3,0 – 3,9)	BAJO (1,0 – 2,9)
COMPETENCIA: Uso comprensivo del conocimiento	Reconoce, diferencia y analiza fenómenos del entorno cotidiano empleando nociones y categorías que involucran teorías y conceptos propios del grado quinto.	Reconoce y diferencia los fenómenos del entorno cotidiano a partir de nociones y categorías del entorno escolar discriminando aspectos cualitativos y cuantitativos para la solución de situaciones problema.	Reconoce y diferencia fenómenos del entorno cotidiano e identifica relaciones sencillas entre los fenómenos a partir de la experiencia cotidiana.	Le cuesta reconocer y diferenciar fenómenos del entorno cotidiano y establecer relaciones entre fenómenos a partir de la experiencia cotidiana.
COMPETENCIA: Explicación de fenómenos	Construye explicaciones y comprende argumentos con base en teorías y conceptos que dan razón de una situación problema o un fenómeno natural.	Construye explicaciones sencillas basándose en nociones o categorías que le permiten dar razón de una situación cotidiana empleando un lenguaje más amplio.	Construye explicaciones sencillas, adecuadas y coherentes sobre fenómenos empleando un lenguaje sencillo.	Las explicaciones que construye no son coherentes y adecuadas y reflejan falta de comprensión.

<p>COMPETENCIA: Indagación</p>	<p>Emplea métodos y procedimientos para organizar e interpretar adecuadamente la información que proporcionan diferentes fuentes bibliográficas y los resultados de sus prácticas de aula, con el fin de establecer relaciones de causalidad y regularidad y hacer inferencias sobre un fenómeno.</p>	<p>Utiliza la información que proporcionan los textos, tablas y gráficas para establecer relaciones sencillas entre fenómenos o variables, identificando características y condiciones que los determinan, así como el establecimiento de semejanzas y diferencias entre ellos.</p>	<p>Interpreta información explícita contenida en textos, tablas y gráficas para la comprensión cualitativa de los fenómenos y para resolver preguntas a partir de experiencias de la vida cotidiana.</p>	<p>Le cuesta trabajo interpretar la información explícita contenida en textos, tablas y gráficas y la resolución de las preguntas evidencia poca o ninguna comprensión.</p>
------------------------------------	---	---	--	---

Fuente: Elaboración propia, adaptada de ICFES, 2007.

## 7. Análisis de resultados

### 7.1. Resultados del test inicial

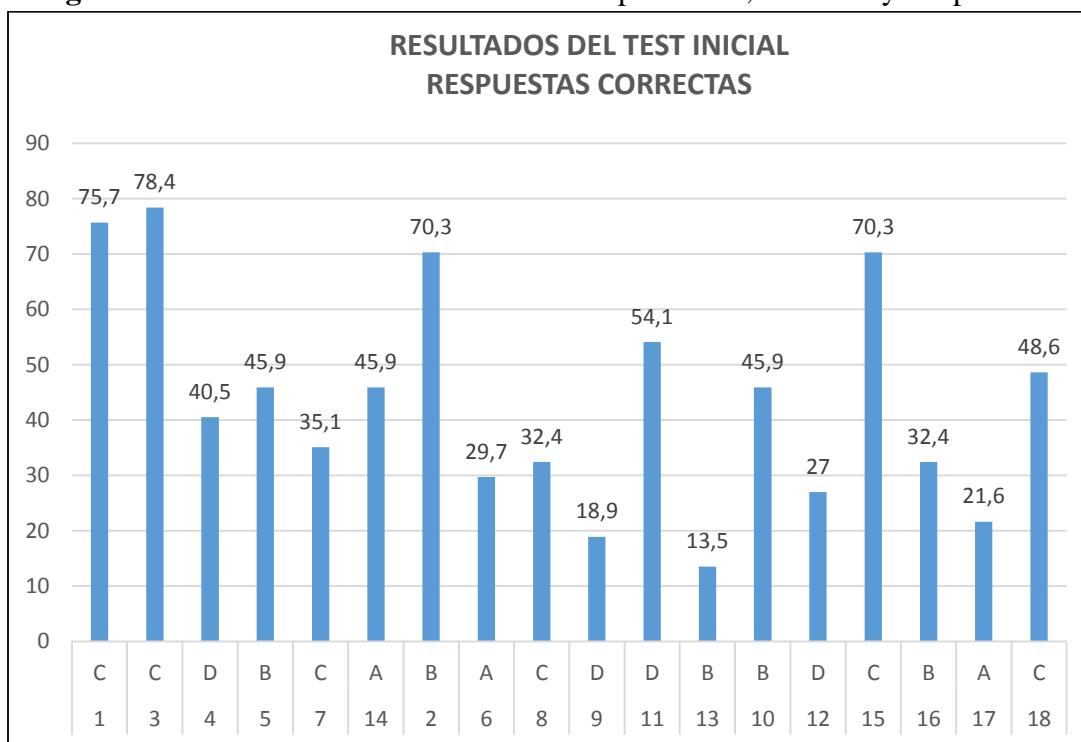
Para el desarrollo del presente trabajo, inicialmente se aplicó un test de 18 preguntas de selección múltiple con única respuesta para indagar las ideas previas de los estudiantes correspondientes a los conceptos de masa, volumen y temperatura. El test fue aplicado a 37 estudiantes del grado 5-A del Colegio Calasanz Pereira con edades entre los 10 y 12 años. A continuación se muestra una tabla con los resultados de las respuestas dadas por los estudiantes, para cada bloque de preguntas relacionadas con cada concepto y discriminadas en cantidad de respuestas para cada opción (A, B, C o D), con su respectiva asignación porcentual. Adicional a lo anterior, se presenta la gráfica con el porcentaje de respuestas correctas para cada grupo de preguntas.

**Tabla N° 6.** Resultados del test inicial de los conceptos masa, volumen y temperatura.

CONCEPTOS	N° DE PREGUNTA	OPCIÓN CORRECTA	N° DE RESPUESTAS POR OPCIONES				PORCENTAJE POR OPCIÓN DE RESPUESTA			
			A	B	C	D	A	B	C	D
MASA	1	C	1	1	28	7	2,7	2,7	75,7	18,9
	3	C	3	5	29	0	8,1	13,5	78,4	0,0
	4	D	4	16	2	15	10,8	43,2	5,4	40,5
	5	B	8	17	4	8	21,6	45,9	10,8	21,6
	7	C	17	1	13	6	45,9	2,7	35,1	16,2
	14	A	17	5	6	9	45,9	13,5	16,2	24,3
VOLUMEN	2	B	2	26	8	1	5,4	70,3	21,6	2,7
	6	A	11	6	13	7	29,7	16,2	35,1	18,9
	8	C	3	8	12	14	8,1	21,6	32,4	37,8
	9	D	16	3	11	7	43,2	8,1	29,7	18,9
	11	D	4	5	8	20	10,8	13,5	21,6	54,1
	13	B	19	5	3	10	51,4	13,5	8,1	27,0
TEMPERATURA	10	B	8	17	8	4	21,6	45,9	21,6	10,8
	12	D	15	5	7	10	40,5	13,5	18,9	27,0

	15	C	3	3	26	5	8,1	8,1	70,3	13,5
	16	B	16	12	4	5	43,2	32,4	10,8	13,5
	17	A	8	6	19	4	21,6	16,2	51,4	10,8
	18	C	12	2	18	5	32,4	5,4	48,6	13,5

**Figura 1.** Resultados del test inicial de conceptos masa, volumen y temperatura.

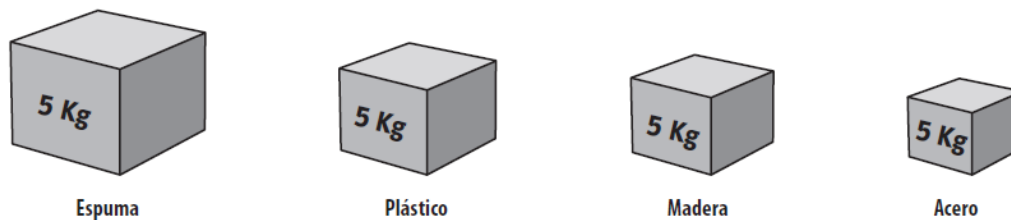


## 7.2. Análisis del test inicial sobre los conceptos de masa, volumen y temperatura.

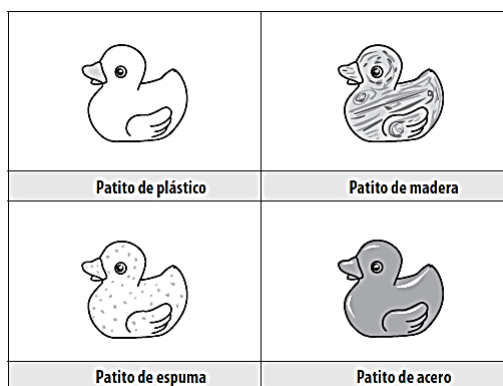
### 7.2.1. Masa

A este concepto corresponden las preguntas 1, 3, 4, 5, 7 y 14.

1. Los siguientes cubos tienen distinto volumen pero poseen la misma masa. Si se construyen figuras con los mismos materiales pero de igual volumen, ¿cuál figura crees que presenta mayor masa?

**Figura 2.** Comparación de materiales

- Patito de plástico
- Patito de madera
- Patito de acero
- Patito de espuma



Fuente: Prueba periodo 1 ciencias naturales. Cuarto año básico. (2013)

**Opción correcta: C**

3. En clase de ciencias naturales, Mario midió la masa de varios objetos y una de las medidas que él registró es la que aparece en la pantalla de la balanza. ¿Cuál es la unidad de medida que debe aparecer al lado de la cantidad?

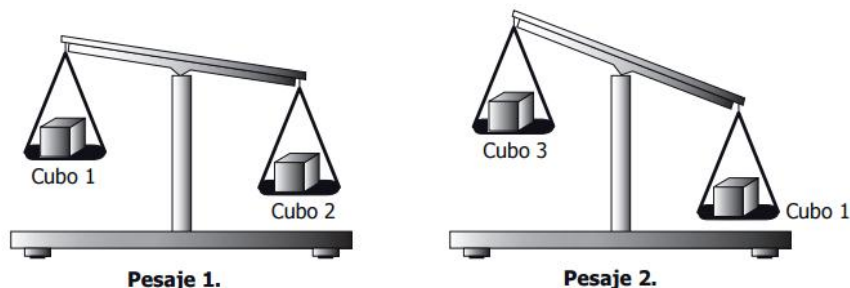
- $\text{cm}^3$
- $^{\circ}\text{C}$
- kg
- ml

**Opción correcta: C**

**Figura 3.** Balanza

Fuente: <http://sites.amarillasinternet.com>

4. Tu profesora realiza un experimento en el que coloca tres cubos de igual volumen en una balanza, como se muestra en el siguiente dibujo.

**Figura 4.** Comparación de Masas

Fuente de pregunta e imagen: Cuadernillo de Pruebas Saber ciencias naturales 5° (2012)

De acuerdo con lo que observas en el dibujo anterior, es correcto afirmar que la masa

- De los cubos 1 y 2 es igual.
- Del cubo 1 es mayor que la masa del cubo 2.
- De los cubos 2 y 3 es igual.
- Del cubo 3 es menor que la masa del cubo 2.

**Opción correcta: D**

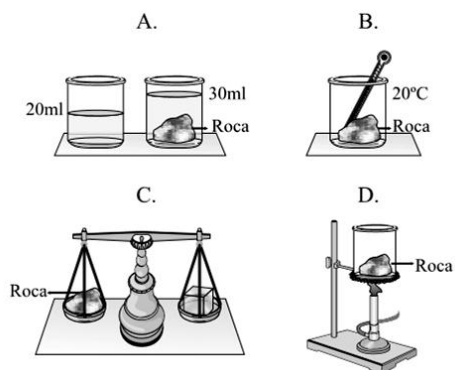
- La gravedad es la fuerza con la que cuerpos celestes como la Tierra y la Luna atraen los objetos hacia el suelo. Se sabe que la gravedad en la Tierra es diferente a la de la Luna debido a la diferencia de sus pesos. Al dejar caer dos balones idénticos y desde una misma altura, uno en la Tierra y el otro en la Luna, se puede predecir que:
  - Caerá más rápido en la Luna porque su gravedad es mayor que la de la Tierra.
  - Caerá más rápido en la Tierra porque su gravedad es mayor que la de la Luna.
  - Caerán con la misma velocidad porque los balones son idénticos y la altura es la misma.
  - Caerá más rápido en la Luna porque su gravedad es menor que la de la Tierra.

Fuente: Cuadernillo de Pruebas Saber ciencias naturales 5° (2014)

**Opción correcta: B**

- Para determinar la masa de una roca debemos usar el procedimiento indicado en:

**Figura 5.** Diferentes procedimientos de laboratorio.

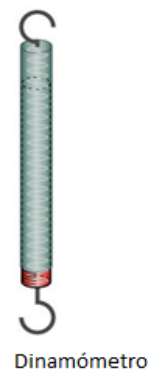
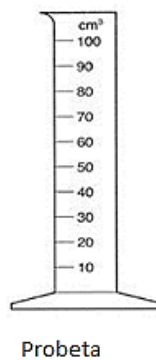
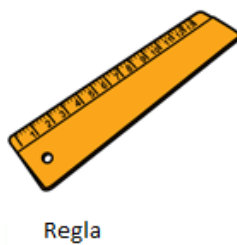
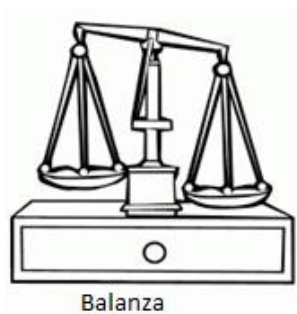


Fuente: Vida 5°, 2005, p. 179.

**Opción correcta: C**

14. ¿Cuál instrumento emplearías para medir la masa de un trozo de chocolate?

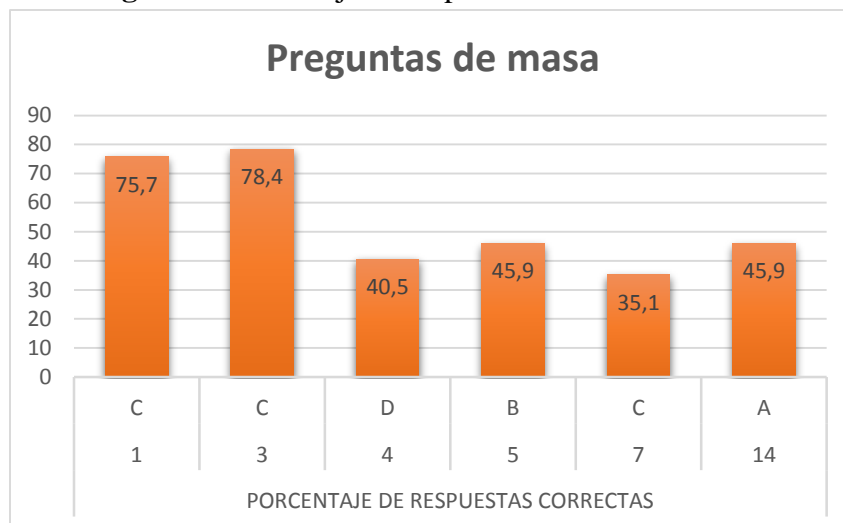
**Figura 6.** Instrumentos de laboratorio



Fuente: Google imágenes

- a. Balanza
- b. Regla
- c. Dinamómetro
- d. Probeta

**Opción correcta: A**

**Figura 7.** Porcentaje de respuestas correctas de masa

En este bloque de preguntas se pretende indagar por la relación que los estudiantes establecen entre masa y volumen, identificando la variación de la masa con objetos de diferente material e igual volumen; también, reconocer instrumentos y procedimientos para medir la masa, identificar unidades de medida de masa y diferenciación con el concepto de peso.

Respecto a la pregunta 1 se puede evidenciar que un 75.7% de los estudiantes establece claramente que la mayor masa la tiene el material hecho en acero cuando todos los objetos tienen el mismo volumen, lo que permite dar cuenta del buen análisis que hace el estudiante para relacionar dos variables. Un pequeño porcentaje de estudiantes se vio influenciado por la percepción de sus sentidos al considerar el cubo de mayor volumen como aquel con mayor masa, en este caso el de espuma, descuidando datos importantes como el material del que están hechos los objetos.

En la pregunta 3, se observa que el 78.4% de los estudiantes respondió acertadamente, indicando el Kg como unidad de medida de la masa y su relación con el instrumento llamado

balanza. En los demás estudiantes se evidencia dificultad para identificar unidades de medida de masa y las confunden con las unidades de volumen y temperatura.

En la pregunta 4 los estudiantes debían establecer nuevamente la relación entre dos variables, en este caso masa y volumen y definir cuál de los objetos tiene mayor masa. Para esta pregunta, el 40.5 % de los estudiantes contestó acertadamente, lo que indica que pueden hacer una adecuada interpretación con la información dada en una gráfica y comparar variables correctamente.

Por otra parte, en el interrogante 5, donde se busca indagar la capacidad de los estudiantes para predecir situaciones haciendo uso del conocimiento, en este caso sobre el concepto de peso, se puede ver cómo el 45.9% de los alumnos logró responder apropiadamente a este interrogante.

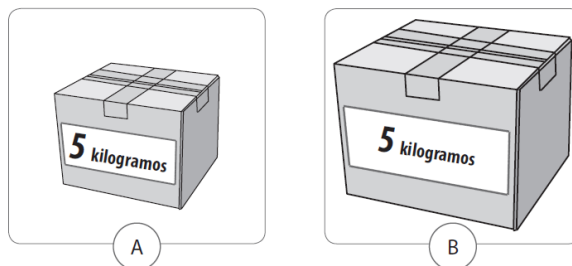
Posteriormente, en el interrogante 9 donde se proponen varios procedimientos para que el estudiante identifique cuál de ellos es el apropiado para determinar la masa de un objeto, solo el 35.1% de los estudiantes tiene claridad en su conocimiento previo de cómo medir experimentalmente la masa y en contraste, un mayor porcentaje (45.9%) se inclinó por el método de desplazamiento del nivel de agua, lo que da a entender que esta sección de estudiantes tiene la idea de considerar que la masa se determina de ese modo evidenciando confusión entre masa y volumen.

Por último, en la pregunta 14 se indaga por el instrumento apropiado para medir la masa de una sustancia y en comparación con la pregunta anterior, el 45.9% de los estudiantes seleccionó la balanza acertando en la respuesta; sin embargo, es de anotar que no asocian el instrumento para medir esta magnitud con un procedimiento adecuado.

### **7.2.2. Volumen**

A este concepto corresponden las preguntas 2,6, 8, 9 y 11

2. Las siguientes cajas son de tamaños distintos, y son pesadas en una balanza. ¿Qué diferencia existe entre ellas?

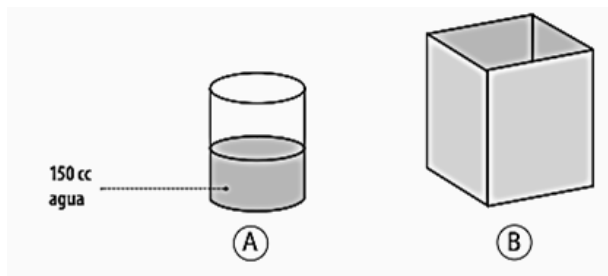
**Figura 8.** Cajas con variación de volumen.

Fuente de pregunta e imagen: Prueba periodo 1 ciencias naturales. Cuarto año básico, (2013)

- La caja A tiene mayor tamaño que la caja B.
- La caja B tiene mayor volumen que la caja A.
- Las cajas A y B tienen el mismo volumen.
- La caja A tiene mayor volumen que la caja B.

**Opción correcta: B**

- El siguiente diagrama muestra dos envases, A y B. El envase A contiene  $150 \text{ cm}^3$  de agua. El envase B está vacío. Con base en esta información responde:

**Figura 9.** Envases A y B

Fuente de pregunta e imagen: Prueba periodo 1 ciencias naturales. Cuarto año básico, (2013)

Si toda el agua del envase A se vierte en el envase B, ¿qué le sucederá al volumen del agua?

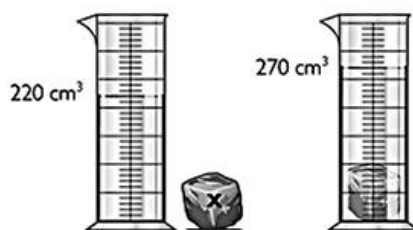
- Permanecerá igual.
- Aumentará.
- Disminuirá.
- No es posible saberlo.

**Opción correcta: A**

- En la siguiente figura se observa la medida del volumen de una piedra, este corresponde a:

**Figura 10. Probetas**

- a.  $220 \text{ cm}^3$
- b.  $270 \text{ cm}^3$
- c.  $50 \text{ cm}^3$
- d. No se puede saber



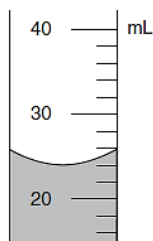
Fuente: <http://cienciasenelcalvin.blogspot.com.co>

**Opción correcta: C**

9. El siguiente diagrama muestra una porción de un cilindro graduado. ¿Cuál es el volumen indicado en el cilindro?

**Figura 11. Cilindro graduado**

- a. 22 ml.
- b. 28 ml.
- c. 26 ml.
- d. 24 ml.



Fuente: Google imágenes

**Opción correcta: D**

11. Un niño mete un juguete en la nevera para ver cómo cambia su volumen cuando baja la temperatura. Él registró los datos en la siguiente tabla pero olvidó tomar los datos a los 120 minutos.

**Figura 12. Datos de temperatura**

Tiempos (minutos)	Temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ )	Volumen ( $\text{cm}^3$ )
30	30	32
60	25	16
90	20	8
120		

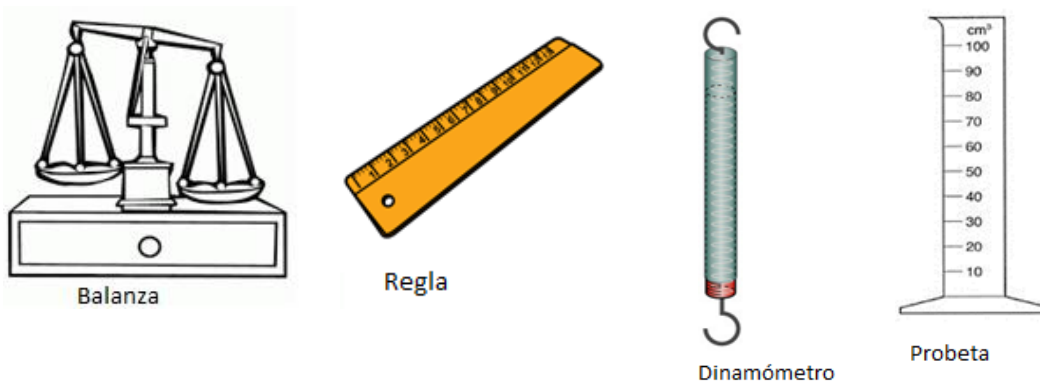
De acuerdo con la tabla, ¿qué datos le faltaron?

- a.  $10^{\circ}\text{C}$  y  $4 \text{ cm}^3$
- b.  $15^{\circ}\text{C}$  y  $2 \text{ cm}^3$
- c.  $10^{\circ}\text{C}$  y  $2 \text{ cm}^3$
- d.  $15^{\circ}\text{C}$  y  $4 \text{ cm}^3$

Fuente: Cuadernillo de Pruebas Saber ciencias naturales 5° (2014)

**Opción correcta: D**

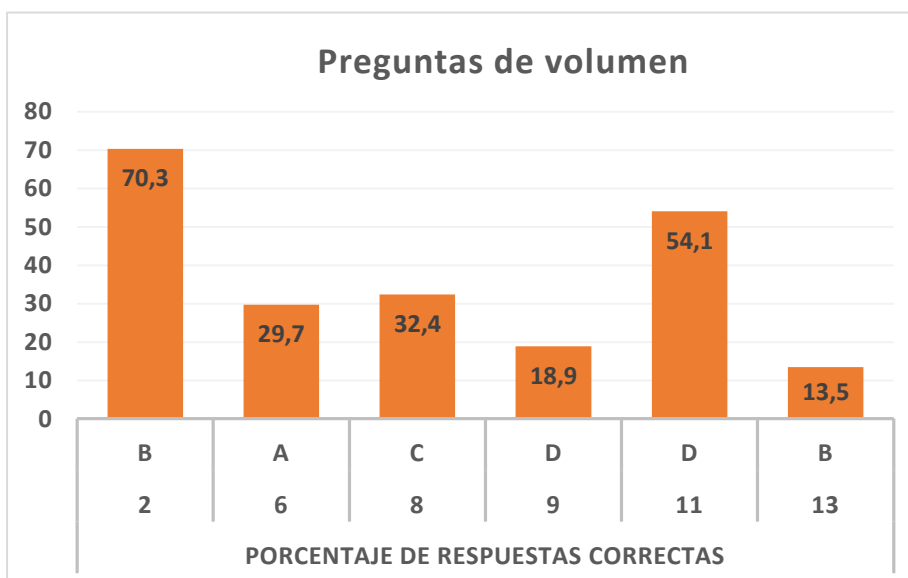
13. ¿Cuál de los siguientes instrumentos emplearías para calcular el volumen de una caja de chocolates?

**Figura 13.** Elementos de laboratorio

Fuente de imágenes: Google imágenes

- Balanza
- Regla
- Dinamómetro
- Probeta

Pregunta tomada y adaptada de: Prueba periodo 1 ciencias naturales. Cuarto año básico, (2013)

**Opción correcta: B****Figura 14.** Porcentaje de respuestas correctas de volumen.

Este bloque de preguntas tiene como finalidad evaluar las ideas que tienen los estudiantes sobre el volumen, en aspectos concernientes a relación entre variables, propiedad de conservación de los líquidos y medición directa e indirecta del volumen.

En la pregunta número 2 se relacionan dos variables: la masa y el volumen; en este sentido, el estudiante debe hacer observación de la gráfica para asociar el tamaño con el volumen y establecer diferencias entre dos objetos. Para este punto, el 70.3% de los estudiantes contestó correctamente la pregunta concluyendo que la diferencia entre ambas cajas era el volumen y, en contraste con una pequeña proporción que consideró que ambas cajas tenían el mismo volumen, porque no discriminan las unidades de medida de esta magnitud confundiéndolas con las del concepto de masa.

Por otro lado, en el interrogante 9 se indaga por la propiedad de conservación de los líquidos al ser envasados en recipientes diferentes. Frente a esta situación presentada, solo el 29.7% de los alumnos respondió acertadamente, lo que permite concluir que tienen claridad acerca de esta propiedad. Sin embargo, los demás estudiantes que corresponden al porcentaje más alto en las respuestas que distan del conocimiento científico, no comprenden el concepto de la conservación del líquido porque asocian el volumen de líquido al tamaño y altura del recipiente.

Respecto a la pregunta 8, el 32.4% de los alumnos demostró conocimiento y comprensión para resolver la situación planteada, al hallar el volumen de un objeto irregular (piedra) por el método de desplazamiento del nivel de agua, asumiendo que la cantidad del líquido que sube al sumergir el objeto corresponde al volumen del mismo. Por el contrario, en mayor proporción los estudiantes no reflejan claridad sobre este método o no asocian el desplazamiento del nivel de agua con el volumen del objeto.

Con relación a la situación presentada en el numeral 9, se evidencian dificultades en la lectura del volumen de un líquido empleando un instrumento graduado, porque tan solo el 18.9% de los estudiantes logró identificar apropiadamente la medida. Es probable que la gráfica se presentara ambigua porque no saben cómo leer la graduación de la escala de medida, o desconocen el criterio para medir el volumen de un líquido, el cual se hace por debajo del menisco o curva. Lo anterior da cuenta de la poca interacción que los estudiantes tienen con instrumentos volumétricos empleados en el laboratorio.

De acuerdo con el interrogante 11, se pretende indagar la forma como los estudiantes extraen conclusiones o datos a partir de la interpretación de tablas y en este caso, estableciendo la relación entre el volumen y la temperatura. El estudiante debe determinar finalmente que por cada 5°C que baja la temperatura el volumen disminuye a la mitad. Frente al anterior planteamiento, el 54.1% de los estudiantes realizó un razonamiento adecuado.

Por último, la pregunta 13 presentó el porcentaje más bajo de respuestas correctas dadas por los alumnos, correspondiente a un 13.4%, lo que permite entender que hay poca claridad frente al instrumento apropiado para tomar las medidas, primero unidimensionales (longitud) de la caja y luego realizar un procedimiento aritmético para conocer el volumen de la **caja**.

### **7.2.3. Temperatura**

A este concepto corresponden las preguntas 10,12, 15, 16, 17 y 18

10. Andrés tiene un globo de papel con una llama en su interior. El globo permanece elevado y está amarrado con una cuerda a un poste. La llama es importante para que el globo se eleve porque:

- a. Libera energía que mueve el globo.
- b. Calienta el aire dentro del globo permitiéndole flotar.
- c. Crea gases que permiten que el globo flote.
- d. Le transmite parte de su movimiento al globo.

**Opción correcta: B**

Fuente: Cuadernillo de Pruebas Saber ciencias naturales 5° (2012)

12. Un estudiante guarda en la nevera tres muestras de agua en diferentes envases durante un tiempo de dos horas y elabora la siguiente tabla con los datos obtenidos.

**Figura 15.** Datos de temperatura de diferentes tipos de materiales.

<b>Título</b>			
<b>Muestra</b>	<b>Envase</b>	<b>Temperatura inicial</b>	<b>Temperatura después de 2 horas</b>
<b>1</b>	Vidrio	15°C	8°C
<b>2</b>	Lata de aluminio	15°C	5°C
<b>3</b>	Plástico	15°C	10°C

¿Cuál de los siguientes títulos debería llevar la tabla?

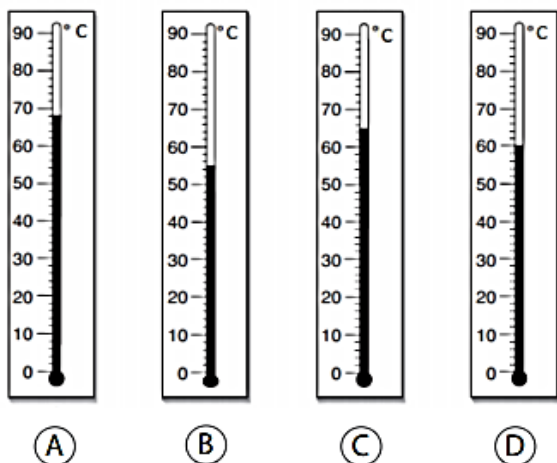
- Temperatura de los diferentes materiales.
- Tamaño de los recipientes para enfriar el agua.
- Cantidad de agua usada con diferentes materiales.
- Temperatura del agua enfriada en envases de diferentes materiales.

**Opción correcta: D**

Fuente: Cuadernillo de Pruebas Saber ciencias naturales 5° (2014)

15. De los siguientes termómetros, ¿cuál indica una temperatura de 65 °C?

**Figura 16.** Termómetros



- El termómetro A.
- El termómetro B.
- El termómetro C.
- El termómetro D.

**Opción correcta: C**

Fuente de pregunta e imagen: prueba periodo 1 ciencias naturales. Cuarto año básico. MEN Gobierno de Chile (2013)

16. Juanita y Sofía hierven agua. Juanita tiene el doble de agua que Sofía. Si ambas tienen mecheros iguales y termómetros idénticos para medir la temperatura. La temperatura que lee Juanita es:

**Figura 17.** Recipientes en proceso de calentamiento



- Mayor que la de Sofía.
- Igual que la de Sofía.
- Menor que la de Sofía.
- No lo sé.

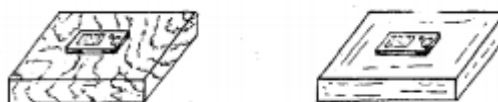
Pregunta e imagen tomada y adaptada de: Las ideas alternativas sobre la energía del alumnado de primer ciclo. ESO, s.f., p. 116.

**Opción correcta: B**

17. Si en la clase de ciencias tenemos dos placas, una de madera y una de aluminio, y colocamos sobre cada una un termómetro. ¿Cómo serán las temperaturas?

**Figura 18.** Placas de diferentes materiales.

- Iguales.
- Mayor en la placa de madera.
- Mayor en la placa de aluminio.
- No sé.



Fuente de pregunta e imagen: Las ideas alternativas sobre la energía del alumnado de primer ciclo, ESO, s.f., p. 118.

**Opción correcta: A**

18. Del congelador de nuestra casa sacamos dos cubitos de hielo, A y B. Uno de los cubos es el doble de grande ¿Cómo será la temperatura de los dos cubos?

**Figura 19.** Cubos de Hielo

- a. Mayor A que B.
- b. Mayor B que A.
- c. Igual temperatura.
- d. No sé.

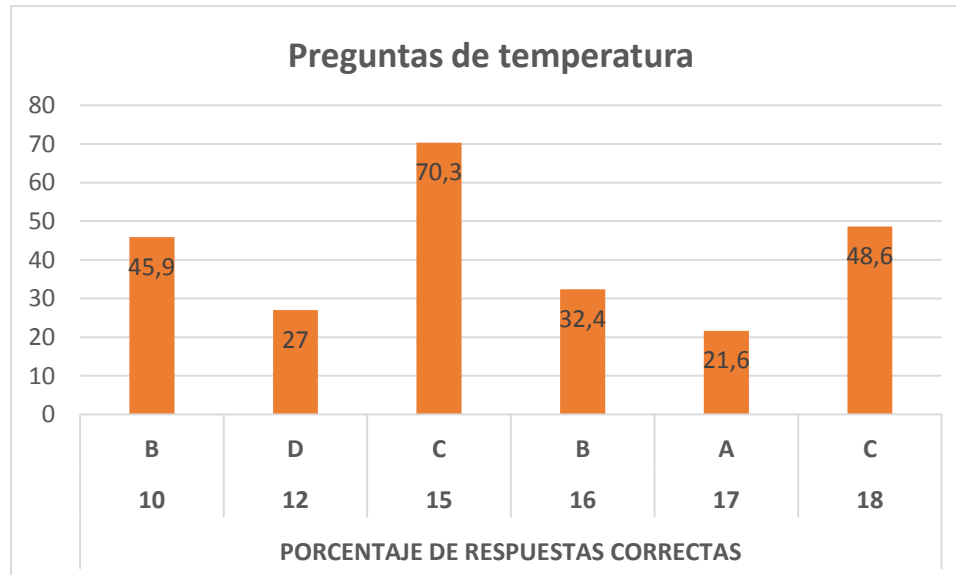


**Opción correcta: C**

Fuente: Google imágenes

Fuente de pregunta: Las ideas alternativas sobre la energía del alumnado de primer ciclo, ESO, s.f., p. 118.

**Figura 20.** Porcentaje de respuestas correctas de temperatura.



Este bloque de preguntas pretende evaluar los conocimientos previos de los estudiantes sobre el concepto de temperatura en aspectos concernientes a efectos del calor en los cuerpos, uso del termómetro, influencia de la temperatura en el volumen de una sustancia y variación de la

temperatura según la cantidad de sustancia y tipo de material; también se exploran las habilidades de los estudiantes para interpretar información y datos para resolver situaciones en su contexto.

En el interrogante 10, el 45.9% de los estudiantes identificó adecuadamente el efecto del calor en los gases, lo que demuestra que tienen comprensión de una de las formas de transmisión del calor que es la convección, lo que permite que el aire se vuelva más liviano por el calentamiento, favoreciendo la flotación del globo. Si bien, este es un hecho relacionado con el contexto de los estudiantes, no necesariamente conocen la terminología científica de este proceso.

En la pregunta número 12, se pretende que el estudiante interprete los datos de una tabla relacionados con la temperatura y el tipo de material de los envases, y seleccione la información adecuada para sacar conclusiones, en este caso, asignar el nombre apropiado para los datos que se presentan en la tabla. Para la anterior situación, solo el 27% de los alumnos acertó en la respuesta, lo que da a entender que existe dificultad para interpretar información de tablas y extraer conclusiones relevantes identificando patrones. Era fundamental que el estudiante hiciera una lectura comprensiva del enunciado así como de los datos para dar una respuesta correcta.

Por otro lado, en el interrogante 15, el 70.3% de los estudiantes conoce la escala del termómetro y sabe leer adecuadamente la medida de temperatura, lo que indica que están más familiarizados con este instrumento o que, desde su conocimiento matemático, pueden identificar con facilidad escalas de medida y definir los rangos entre un valor y otro.

Respecto al punto 16, un porcentaje bajo de estudiantes, en este caso el 32.4%, considera que el punto de ebullición de una sustancia no varía con el volumen o la cantidad y que esta es una propiedad específica para cada sustancia. Por el contrario, los demás estudiantes tienen dificultad con este hecho porque piensan que a medida que se aumenta la cantidad de sustancia, la temperatura será mayor, considerándola como una propiedad extensiva.

De acuerdo con la pregunta 17, un 21.6% de los alumnos concuerda con una respuesta en la que la temperatura es igual, independiente del material al que se le está determinando esta magnitud, a diferencia de un gran porcentaje de los estudiantes que considera que el metal tiene una temperatura más baja que la madera, siendo una idea subjetiva que está directamente relacionada con el sentido del tacto. De acuerdo con Domínguez (2007), la temperatura es asumida como una cualidad del material, así, los objetos de metal son fríos por naturaleza, mientras que los de madera son calientes.

Por último, en el interrogante 18 se pretendía saber si los estudiantes consideran la temperatura como propiedad intensiva; el 48.6% seleccionó una respuesta correcta realizando un razonamiento acorde con el conocimiento científico, en el cual la masa o el volumen no intervienen directamente en la temperatura. Por el contrario, los demás alumnos tienen una concepción alternativa de la temperatura considerando que a mayor masa o volumen también hay un aumento de temperatura, y en sentido contrario.

Obstáculos en la comprensión de los conceptos de masa, volumen y temperatura:

Después de analizar los resultados del test inicial y de contrastar con la revisión bibliográfica sobre los conceptos de masa, volumen y temperatura, se identifican algunas dificultades como las siguientes:

- La solución de situaciones está influenciada por las sensaciones, la percepción a través de los sentidos e impresiones inmediatas.
- El uso cotidiano de los conceptos difiere del lenguaje científico.
- Confusión en la identificación de unidades de cada una de las magnitudes.

- Los conceptos masa –peso, volumen –capacidad y calor –temperatura son empleados indistintamente por los estudiantes como sinónimos en aplicaciones prácticas o del contexto.
- Insuficiente conocimiento sobre los procedimientos y utilización de los instrumentos de medida para la masa, el volumen y la temperatura.
- No comprenden el concepto de la conservación del líquido porque asocian el volumen de líquido solo a la altura del recipiente.
- Consideran la temperatura como una propiedad extensiva y asociada a un tipo de material.

### 7.3. Resultados del test final

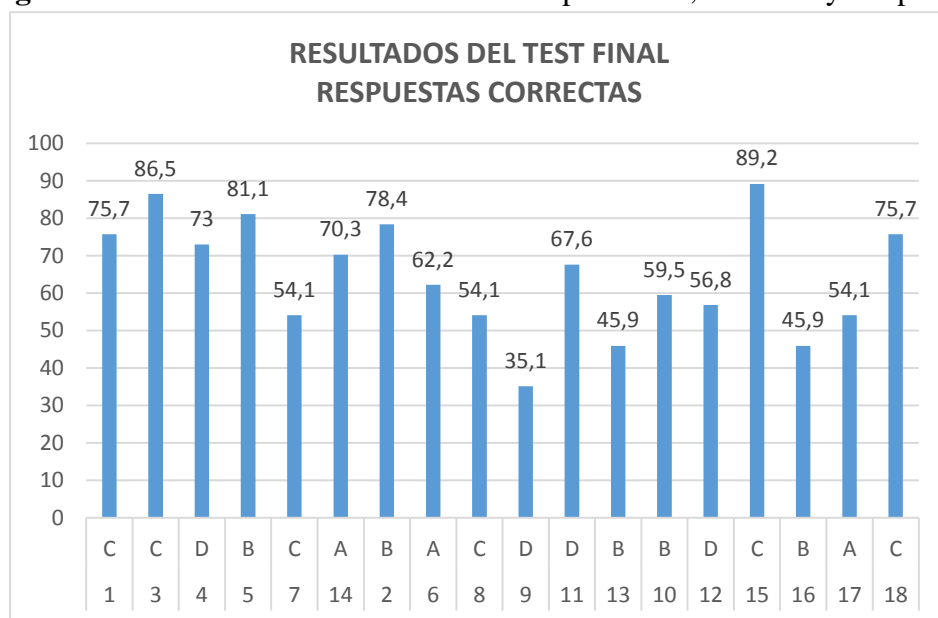
Después de realizada la intervención de la unidad didáctica se aplicó el mismo test de preguntas iniciales, en el mismo orden y con la misma estructura de las preguntas, con el fin de evaluar el avance en la comprensión y aplicación de los conceptos de masa, volumen y temperatura. A continuación se muestran los resultados de las respuestas dadas por los estudiantes para cada bloque de preguntas, discriminadas en cantidad de respuestas para cada opción (A, B, C o D) con su respectivo porcentaje. También se presenta la gráfica con el porcentaje de respuestas correctas para cada grupo de preguntas.

**Tabla N° 7.** Resultados del test final de conceptos de masa, volumen y temperatura.

CONCEPTOS	N° DE PREGUNTA	OPCIÓN CORRECTA	N° DE RESPUESTAS POR OPCIONES				PORCENTAJE POR OPCIÓN DE RESPUESTA			
			A	B	C	D	A	B	C	D
MAS A	1	C	2	2	28	5	5,4	5,4	75,7	13,5
	3	C	2	3	32	0	5,4	8,1	86,5	0,0
	4	D	1	9	0	27	2,7	24,3	0,0	73,0

	5	B	0	30	3	4	0,0	81,1	8,1	10,8
	7	C	17	0	20	0	45,9	0,0	54,1	0,0
	14	A	26	5	3	3	70,3	13,5	8,1	8,1
	2	B	0	29	8	0	0,0	78,4	21,6	0,0
VOLUMEN	6	A	23	3	8	3	62,2	8,1	21,6	8,1
	8	C	6	10	20	1	16,2	27,0	54,1	2,7
	9	D	11	0	13	13	29,7	0,0	35,1	35,1
	11	D	6	4	2	25	16,2	10,8	5,4	67,6
	13	B	13	17	0	7	35,1	45,9	0,0	18,9
	10	B	6	22	9	0	16,2	59,5	24,3	0,0
	12	D	12	3	1	21	32,4	8,1	2,7	56,8
TEMPERATURA	15	C	1	3	33	0	2,7	8,1	89,2	0,0
	16	B	16	17	4	0	43,2	45,9	10,8	0,0
	17	A	20	9	8	0	54,1	24,3	21,6	0,0
	18	C	8	1	28	0	21,6	2,7	75,7	0,0

**Figura 21.** Resultados del test final de conceptos masa, volumen y temperatura.



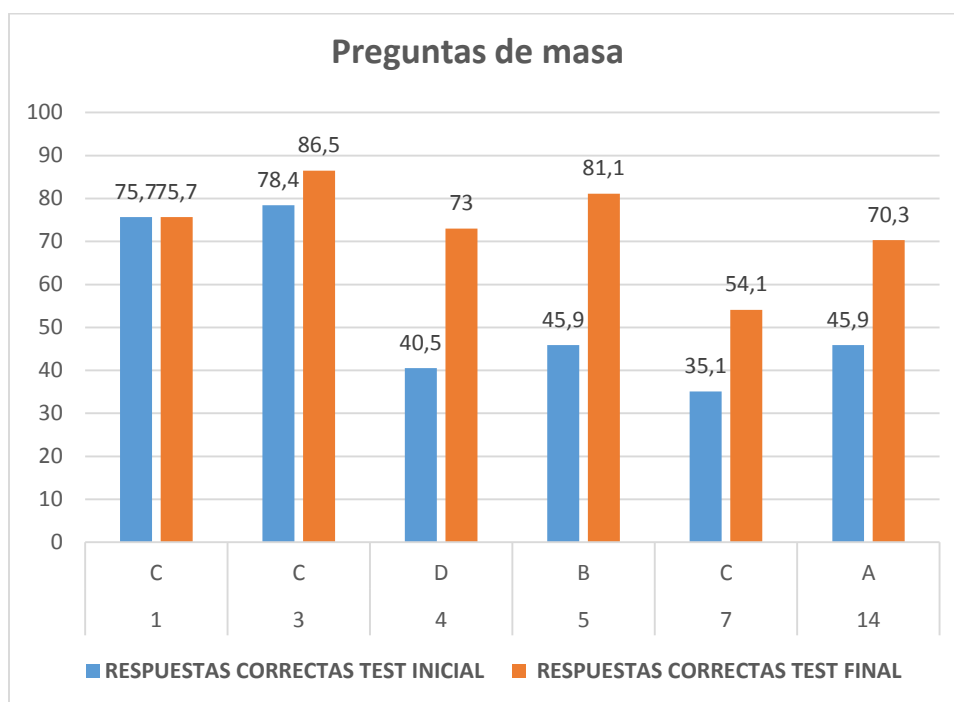
#### 7.4. Análisis comparativo del test inicial y test final de los conceptos de masa, volumen y temperatura

A continuación se presenta el análisis comparativo del test inicial y test final sobre los conceptos de masa, volumen y temperatura para determinar los cambios conceptuales de los estudiantes y su capacidad para resolver situaciones, haciendo uso comprensivo del conocimiento

después de aplicada la unidad didáctica con la estrategia de Formación por etapas de las acciones mentales de Galperin. Para el análisis se tiene en cuenta el mismo grupo de preguntas por cada una de las categorías masa, volumen y temperatura.

#### 7.4.1. Masa

**Figura 22.** Comparativo respuestas correctas Test inicial vs respuestas correctas Test final masa.



En la gráfica se muestra que hubo un avance significativo en las preguntas 4, 5, 7 y 14 con respecto al test inicial y final, en las cuales los estudiantes tuvieron más elementos para interpretar la información y acertar en las respuestas; de ese modo se demuestra que en la pregunta número 4 donde se debían determinar diferencias de masa entre 4 cubos de igual volumen a partir de las evidencias presentadas en la imagen, el 73% de los estudiantes correspondiente a una cantidad de 27, pudo extraer conclusiones seleccionando la explicación correcta. Comparativamente con el test inicial, hubo una mejora del 32,5%. En la pregunta 5 se reconoce una comprensión mayor del

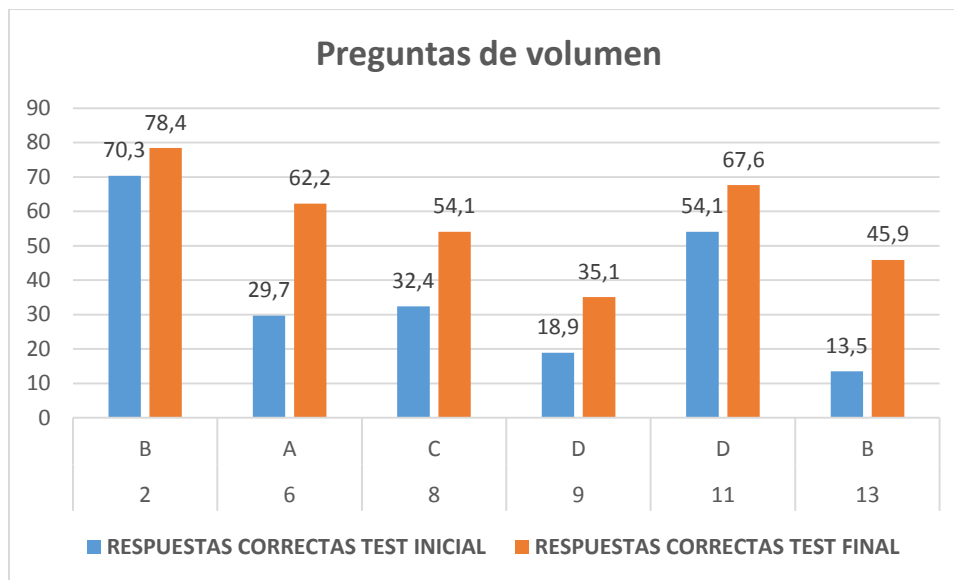
concepto de peso y la incidencia que tiene la gravedad en la variación del mismo, de tal manera que en un primer momento el 45,9% de los estudiantes mostró tener claridad en este concepto y luego de la implementación de la unidad didáctica se muestra un incremento hasta un 81,1%. En la pregunta 7 donde se debía identificar el procedimiento para determinar la masa de un objeto, el 35,1% de los alumnos conocía dicho método antes de la estrategia y luego de esta, se vio un incremento en la selección de la respuesta correcta en el test final correspondiente a 54,1% en la que se usa la balanza.

Cabe anotar que el porcentaje de estudiantes que considera que la masa se determina experimentalmente observando el aumento del nivel del líquido al ser sumergido el objeto, es el mismo para el test inicial y final, lo cual indica que a pesar de las experiencias concretas de manipular los instrumentos, confrontar respuestas y resultados con los pares y resolver situaciones del concepto masa, todavía persiste la idea de confundir la masa y el volumen en un poco menos de la mitad de los estudiantes valorados. Para el interrogante 14 se muestra una diferencia del 24,4% entre la aplicación del test inicial y final, en donde 9 estudiantes más identificaron con claridad el instrumento que se usa para medir la masa de una sustancia, en este caso la balanza.

En general, se destaca que hubo progreso en los estudiantes con relación a la identificación del procedimiento para determinar la masa experimentalmente, el uso de la balanza y el reconocimiento de unidades correspondientes a dicha magnitud. Por otro lado, es necesario reforzar el trabajo con experiencias concretas para comparar masas y volúmenes de objetos del mismo y diferente material, también variando la masa y conservando el volumen y viceversa, para que los estudiantes puedan desarrollar más su pensamiento lógico en la comparación de variables. Del mismo modo, deben presentarse problemas abordando este mismo criterio, así como se muestra en la pregunta 1 del test.

### 7.4.2. Volumen

**Figura 23.** Comparativo respuestas correctas Test inicial vs respuestas correctas Test final volumen.



En la gráfica se muestra que en la pregunta 2 hubo un avance poco significativo en el test final en comparación con el test inicial; del 70,3% se pasó a un 78,4%, es decir, que solo 3 estudiantes más acertaron en la respuesta identificando diferencias entre las dos imágenes presentadas, en este caso el volumen. Los estudiantes restantes se fijaron en el dato de la masa leyendo 5 kilogramos en ambas cajas y afirmaron que ambas cajas tenían el mismo volumen, lo cual permite deducir que confunden unidades de masa y volumen. Se destaca que las respuestas a este punto presentaron el porcentaje más alto en aciertos del bloque de preguntas del volumen.

En el interrogante 6 donde se pretendía valorar la idea de conservación del volumen al cambiar de recipiente un líquido, se evidenció un buen progreso entre el test final y el test inicial, puesto que del 29,7% se incrementó a un 62,2% en la selección de la respuesta correcta, demostrando mayor comprensión de esta idea y concluyendo que los estudiantes analizaron la situación teniendo en cuenta elementos más allá de la percepción de los sentidos, como el hecho

de que el volumen de un líquido se conserva independientemente de la capacidad que tiene un recipiente.

En el numeral 8 se indagaba por el cálculo del volumen de un sólido irregular a partir del desplazamiento del nivel del líquido; para este punto en un primer momento, el 32,4% de los estudiantes eligió la opción correcta, sin embargo, después de la intervención didáctica se obtuvo un 54,1% en aciertos, lo que quiere decir que las experiencias del laboratorio con material concreto y uso de instrumentos volumétricos favoreció la mejor comprensión y aplicación en contexto del concepto. Aun así, este es un aspecto que debe seguirse trabajando con diversas experiencias, primero desde la estimación y luego con medición directa porque un gran porcentaje de los estudiantes todavía asume el volumen del objeto irregular como el nivel que marca el líquido en el instrumento, sin considerar que también el líquido tiene su propio volumen.

En la pregunta 9 se pretendía saber si los estudiantes identificaban correctamente la lectura del volumen de un líquido en una probeta. En el test inicial el 18,9% seleccionó correctamente la respuesta y para el segundo momento, este porcentaje se incrementó a un 35,1%, lo que da cuenta de que todavía hay una buena parte de los alumnos que no sabe hacer una lectura adecuada del volumen de un líquido, o que la imagen era un poco ambigua para ellos, coincidiendo con dos valores, uno por debajo del menisco del líquido y otro es el que marcan las curvaturas. Es de destacar que este punto fue el que presentó el porcentaje más bajo en aciertos, por lo tanto deben presentarse con más frecuencia situaciones problema de este tipo y contrastarlas con más actividades prácticas.

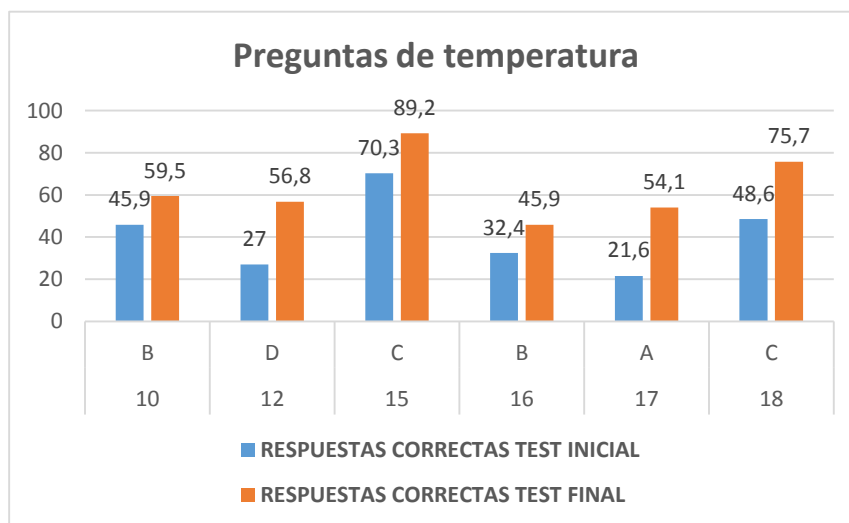
En el interrogante 11 se buscaba que los estudiantes interpretaran una tabla donde se muestran datos de temperatura y volumen para identificar patrones y predecir los datos faltantes, en este caso en el test inicial el 54,1% acertó en la respuesta y luego de la intervención se alcanzó

un 67,6%, indicando poco progreso, equivalente a 5 estudiantes más. Vale mencionar que en esta situación se evalúa más una habilidad de interpretación de datos, identificación de patrones y variables para extraer conclusiones.

En la pregunta 13 se presentaban 4 instrumentos, de los cuales el estudiante seleccionaba el apropiado para hallar el volumen de una caja de chocolates. Frente a esta situación se encontró que en un primer momento, el 13,5% correspondiente a 5 estudiantes tenía claridad sobre el proceso a llevarse a cabo, sin embargo, en un segundo momento se alcanzó un 45,9% evidenciando una mejor comprensión y conocimiento de los procesos matemáticos para determinar el volumen de un objeto con forma geométrica, entendiendo el volumen como una magnitud tridimensional. En este sentido, se valida la importancia de manipular material concreto y confrontar el conocimiento previo con la observación y la experimentación.

### 7.4.3. Temperatura

**Figura 24.** Comparativo respuestas correctas Test inicial vs respuestas correctas Test final temperatura.



En la gráfica se evidencia que en la pregunta 10, donde se buscaba indagar por el efecto que tiene el calor en los gases y la influencia en la elevación de los globos, el 45.9% de los estudiantes respondió correctamente en el test inicial, y después de la intervención didáctica se encontró un incremento correspondiente al 59,5%, lo cual indica una mayor capacidad de los estudiantes para identificar argumentos asociados con el conocimiento científico. Se destaca que este concepto de calor es necesario abordarlo al hablar de temperatura para esclarecer diferencias entre uno y otro.

Por otro lado, en el interrogante 12 que hacía referencia a la interpretación de datos y realización de tablas identificando variables y patrones de comportamiento en los datos, con el fin de extraer conclusiones, se muestra en la gráfica que en un primer momento el 27% de los alumnos seleccionó el nombre correcto para la tabla presentada y luego, en el segundo momento, el 56,8% de los estudiantes acertó en la respuesta. Lo anterior demuestra que un gran número de estudiantes mejoró en esta habilidad, dado que durante las diferentes experiencias de laboratorio cada estudiante se dio a la tarea de elaborar tablas, gráficos y hacer una lectura comprensiva de los mismos para hacer análisis posteriores.

Con respecto a la pregunta 15, en el test inicial el 70,3% de los estudiantes identificó correctamente la temperatura que marcaba el termómetro y luego, en el test final hubo un incremento hasta el 89,2%, indicando que la manipulación del instrumento y la lectura de medidas de diferentes valores de temperatura permitió una mejor claridad en los estudiantes para reconocer escalas de medida.

Con referencia al interrogante 16, en el que se indagaba por la temperatura como propiedad intensiva, el 32.4% de los estudiantes en el test inicial eligió la opción donde se indica que la temperatura es igual en los dos recipientes que contienen diferentes cantidades de agua, sin

embargo, después de implementada la estrategia el 45.9% logró determinar esta misma respuesta. Es de resaltar que a pesar de la implementación de la estrategia didáctica, todavía persiste la idea en un poco más de la mitad de los estudiantes, de concebir la temperatura como propiedad extensiva, es decir, que la temperatura de una sustancia aumenta o disminuye al variar la cantidad según el caso.

Con respecto al punto 17 que hace referencia a la variación de la temperatura de acuerdo con el tipo de material, el 21.6% de los estudiante seleccionó la respuesta correcta, definiendo que la temperatura de una placa de aluminio y una de madera que se encuentran en un mismo lugar, tienen igual temperatura. Para un segundo momento, el 54.1% eligió la misma respuesta, obteniendo un avance significativo después de la intervención didáctica, sin embargo, se nota que esta idea también es difícil de modificar y está arraigada en los estudiantes.

Por último, en el interrogante 18 nuevamente se indaga por la temperatura como propiedad intensiva; en este caso, en el test inicial el 48,6% de los estudiantes respondió correctamente, mientras que en el test final el 75.7% identificó la misma opción de respuesta, logrando cambiar la idea alternativa de que a mayor masa o volumen la temperatura aumenta, y el argumento que dan es que se trata de la misma sustancia y que su temperatura es igual, trascendiendo más allá de lo perceptivo y haciendo un análisis en consonancia con el conocimiento científico.

Se concluye que frente a la temperatura como propiedad intensiva, persisten ideas en los estudiantes alejadas del conocimiento escolar; por un lado, para el punto de ebullición creen que dos cantidades diferentes de agua expuestas a una fuente de calor, obtendrá mayor temperatura aquella que tiene más volumen, mientras que para el agua en estado sólido asocian una “mayor temperatura” a la que puede tener más “frío”; en este caso para la pregunta 18, el trozo de hielo de mayor volumen, como si el “frío” fuese una magnitud equivalente a la temperatura, sin darse

cuenta de que a una temperatura más alta hay mayor agitación de las moléculas y que esta disminuye al bajar la temperatura. En este sentido, la temperatura está asociada al calor y al “frío”.

### **7.5. Resultados y análisis de la implementación de la unidad didáctica**

Para el correspondiente análisis de los resultados evidenciados en las guías que constituyeron la Unidad didáctica, fue necesario representar en tablas los diferentes desempeños alcanzados por los estudiantes en cada una de las variables definidas, como son las de tipo cognitivo: uso comprensivo del conocimiento, explicación de fenómenos e indagación, y por otro lado, el componente axiológico en el que se consideran los valores de responsabilidad, respeto, disciplina, orden y participación. Se entiende que cada desempeño obedece a la escala valorativa empleada en la institución donde se llevó a cabo el estudio de caso, y aparece de la siguiente manera: Desempeño Bajo, Desempeño Básico, Desempeño alto y Desempeño superior. Para cada desempeño se emplean las siguientes convenciones:

Desempeño Bajo: BJ

Desempeño Básico: BS

Desempeño Alto: A

Desempeño Superior: S

A continuación se muestran las tablas con los desempeños alcanzados por los 37 estudiantes en el desarrollo de cada una de las guías, y una breve descripción de los aspectos positivos, negativos e interesantes encontrados durante la intervención.

## GUÍA NÚMERO UNO: LA MASA

Al realizar la valoración de las actividades propuestas en la guía número, se aclara que en el punto C, “experimentemos con la masa”, se plantean situaciones que apuntan a fortalecer las competencias de explicación de fenómenos e indagación, y el punto D, “actividades de aplicación”, hace referencia a situaciones problema que abordan la competencia uso comprensivo del conocimiento.

**Tabla N° 8.** Desempeños obtenidos en el componente cognitivo y actitudinal, guía N° 1.

Estudiantes	Componente cognitivo			Componente actitudinal				
	Uso comprensivo del conocimiento	Explicación de fenómenos	Indagación	Responsabilidad	Respeto	Disciplina	Orden	Participación
1	S	BJ	BJ	BS	S	S	S	A
2	BS	A	A	BS	BS	BS	S	A
3	BS	BJ	BJ	BS	A	A	A	BS
4	S	S	S	S	A	S	S	A
5	S	A	A	S	A	S	S	A
6	A	BJ	BJ	A	BS	BS	A	S
7	BJ	A	A	BJ	A	A	A	BS
8	BS	A	A	BJ	S	A	BS	BS
9	S	BS	BS	A	A	BS	A	BS
10	S	A	A	S	S	S	S	S
11	BJ	BJ	BJ	BJ	BS	BS	A	BS
12	S	BJ	BJ	BS	A	S	S	BS
13	S	BS	BS	A	S	S	S	A
14	S	BS	BS	A	S	A	S	A
15	S	BS	BS	BS	S	S	S	A
16	S	A	A	BJ	BS	BS	A	BS
17	BJ	BJ	BJ	BJ	A	BS	S	A
18	BS	BS	BS	A	A	BS	S	A
19	BS	BJ	BJ	BJ	A	BS	A	A

20	S	A	A	S	S	A	A	A
21	S	S	S	S	S	S	S	S
22	BS	BS	BS	BJ	S	S	A	A
23	S	A	A	S	S	S	S	S
24	A	A	A	A	BS	BS	S	A
25	BS	A	A	A	S	A	A	A
26	S	BJ	BJ	A	S	A	BS	BS
27	S	A	A	A	A	A	A	A
28	BS	BJ	BJ	BS	BS	BS	A	S
29	A	A	A	A	S	S	S	A
30	A	BS	BS	BS	S	BS	A	BS
31	BS	S	S	A	S	S	S	BS
32	BJ	BJ	BJ	BJ	BS	BS	BS	BS
33	A	BJ	BJ	BJ	BS	BS	BS	A
34	S	BS	BS	S	S	S	S	A
35	BS	A	A	A	S	A	S	A
36	BS	BS	BS	A	A	A	A	S
37	S	S	S	S	S	S	A	S

**Tabla N° 9.** Análisis del PNI de la guía N°1: La masa.

POSITIVOS	NEGATIVOS	INTERESANTES
El trabajo en equipo fue un pilar fundamental para la retroalimentación de las respuestas y el acompañamiento a los estudiantes con más dificultades por parte de quienes tenían más habilidades.	El uso correcto de la balanza fue difícil para varios estudiantes porque los datos que tomaron inicialmente no fueron precisos y por eso fue necesario hacer más repeticiones.	La manipulación de la balanza para la medida de la masa de diferentes sustancias en estado sólido, líquido y gaseoso fue novedoso para los estudiantes. Se sorprendieron al ver cómo la masa no era igual en sustancias que estaban ocupando el mismo espacio.
El interés y motivación reflejada en los estudiantes para el desarrollo de las experiencias de laboratorio y del taller con situaciones problema sobre la masa	Al comienzo no fue fácil que todos los integrantes de un equipo cumplieran cabalmente sus responsabilidades, algunos necesitaban la supervisión de la maestra para encaminarse en	Las actividades con material concreto favorecieron la capacidad de observación, incluso despertó la curiosidad para comparar estimando masas de objetos y

<p>permitió una mejor comprensión del concepto.</p> <p>La secuencia didáctica presentada en la guía permitió contextualizar saberes con experiencia cotidiana, lo cual se vio reflejado en la claridad y la solvencia con la cual una gran cantidad de estudiantes desarrolló con acierto las situaciones presentadas.</p> <p>En la elaboración de la balanza por parte de cada estudiante con materiales caseros y de fácil adquisición se pusieron en juego las habilidades manuales y se contó con el acompañamiento de los papás, a la vez que el mismo instrumento sirvió para comparar masas de objetos con unidades no estandarizadas, seleccionadas por el mismo estudiante, ejemplo, unidades de clips, unidades de lentejas, unidades de tornillos, etc.</p>	<p>el trabajo y evitar que jugaran con los materiales asignados para las experiencias de laboratorio.</p> <p>El tiempo de clase para el avance en el desarrollo de la guía fue una limitante porque se requirió más del planeado y debían retomarse en clases posteriores actividades que quedaban iniciadas para ser finalizadas y retroalimentadas.</p> <p>El momento de discusión de resultados por equipos de trabajo generó alto nivel de ruido porque algunos estudiantes no se tomaron con seriedad el ejercicio de compartir opiniones.</p>	<p>posteriormente hacerlo directamente con el instrumento.</p> <p>La metodología fue novedosa y motivante para los estudiantes.</p> <p>La actividad de diferenciación de la masa y el peso fue de gran interés, especialmente cuando debían determinar su peso en diferentes lugares, incluso de manera voluntaria una gran cantidad de estudiantes mostraron inquietud por saber su peso en más puntos de los propuestos y también querían averiguar el de sus compañeros.</p>
--	---	---

Fuente: Cano, S. (2016)

## GUÍA NÚMERO DOS: EL VOLUMEN

Al realizar la valoración de las actividades propuestas en la guía número dos, se aclara que en el punto C, “experimentos con el volumen”, se plantean situaciones que apuntan a fortalecer las competencias de explicación de fenómenos e indagación, y el punto D, “actividades de aplicación”, hace referencia a situaciones problema que abordan la competencia uso comprensivo del conocimiento.

**Tabla N° 10.** Desempeños obtenidos en el componente cognitivo y actitudinal, guía N° 2.

Estudiantes	Componente cognitivo			Componente actitudinal				
	Uso comprensivo del conocimiento	Explicación de fenómenos	Indagación	Responsabilidad	Respeto	Disciplina	Orden	Participación
1	A	BJ	BJ	A	A	S	S	BS
2	BJ	S	S	A	A	A	S	BS
3	BS	A	A	A	BS	A	BS	S
4	BS	A	A	A	S	A	A	A
5	BS	A	A	A	A	A	S	A
6	BS	BS	BS	A	A	A	S	A
7	BJ	BJ	BJ	BJ	BS	BS	A	BJ
8	BJ	A	A	BJ	S	S	S	A
9	BS	BS	BS	A	S	S	S	A
10	A	S	S	S	S	S	S	S
11	BJ	BJ	BJ	BJ	A	BS	BS	BS
12	BJ	A	A	A	A	BS	S	BS
13	BS	BS	BS	A	S	S	S	A
14	BS	S	S	A	A	A	S	S
15	BJ	S	S	A	A	S	S	S
16	BJ	BS	BS	BS	BJ	BS	BS	BJ
17	BJ	A	A	BS	BS	BS	S	S
18	BS	S	S	S	A	BS	S	A

19	BJ	S	S	BS	A	A	A	A
20	BS	S	S	S	S	S	A	A
21	S	S	S	S	A	A	A	A
22	BS	A	A	A	S	BS	A	A
23	BS	BJ	BJ	BS	S	S	S	BS
24	A	A	A	S	BJ	BS	S	S
25	BJ	S	S	A	A	BS	A	A
26	BJ	A	A	BS	A	S	A	A
27	BS	BS	BS	A	A	A	A	S
28	BS	BS	BS	A	A	BS	BJ	A
29	BJ	S	S	A	A	S	A	S
30	BS	BS	BS	BS	A	A	A	A
31	S	S	S	S	S	A	A	A
32	BJ	BS	BS	A	A	BS	BS	BS
33	BJ	BS	BS	BJ	BS	BS	BS	BS
34	BS	S	S	BS	A	BS	A	A
35	BS	S	S	A	A	A	S	BS
36	A	A	A	S	A	BS	A	BS
37	A	S	S	S	S	S	A	S

**Tabla N° 11.** Análisis del PNI de la guía N° 2: El volumen.

POSITIVOS	NEGATIVOS	INTERESANTES
Empleo de materiales caseros para la realización de experiencias de laboratorio donde hubo buena participación de los estudiantes.	Al momento de realizar las experiencias de laboratorio hubo poco cuidado en el manejo de los materiales, porque la zona de trabajo de uno que otro estudiante quedó sucia y desordenada.	La enseñanza aprendizaje del concepto de volumen por fases sin recurrir automáticamente a una definición y asignación de unidades como generalmente se ha hecho, permitió a los estudiantes entender gradualmente la construcción del concepto y diferenciarlo de la capacidad.
Se evidencia progreso en el registro ordenado de datos en tablas, lo que hace más fácil la interpretación de los resultados	La cantidad de experiencias de laboratorio hizo demorado el desarrollo de la guía porque el tiempo de clase también era	La oportunidad para los estudiantes de desarrollar actividades variadas viviendo momentos de trabajo

<p>y posteriormente, la elaboración de conclusiones.</p>	<p>corto y se necesitaron varias sesiones para concluir; por otro lado, la asesoría para cada equipo de trabajo fue demandante para la docente porque había que retroalimentar información en varias oportunidades.</p>	<p>individual y grupal con intercambio de opiniones, manipulación de instrumentos, solución de problemas contextualizados con la práctica, despertó motivación por aprender más del tema proponiendo mediciones más de las propuestas.</p>
<p>Se percibió mejor nivel de responsabilidad para traer los materiales requeridos en las diferentes experiencias, de igual manera el trabajo en equipo se vio más cohesionado.</p>	<p>La actividad de situaciones problema acerca del volumen fue exigente para los estudiantes por el nivel de análisis y atención requerido, en varios casos se presentaron dificultades y pocas claridades perdiendo interés por avanzar y requiriendo presencia frecuente de la maestra. En el aspecto aritmético y de argumentación se evidenciaron falencias.</p>	<p>El planteamiento de situaciones como la comparación entre el precio de una botella de agua y el valor del consumo de agua en la casa de cada estudiante, les sorprendió bastante e incidió en las opiniones críticas frente al consumo comercial de este líquido.</p>
<p>Se encontró más autonomía en los estudiantes para la manipulación de instrumentos, quienes también se esforzaban por realizar mediciones precisas y confrontar con sus compañeros los resultados. Los espacios de socialización de conclusiones y resultados tuvieron un buen ambiente, propicio para la escucha y el respeto por los aportes entre uno y otro compañero.</p>		<p>La interdisciplinariedad con el área de matemáticas favoreció el proceso de los estudiantes en lo que respecta al manejo de unidades y de medidas.</p>

Fuente: Cano, S. (2016)

## GUÍA NÚMERO TRES: LA TEMPERATURA

Al realizar la valoración de las actividades propuestas en la guía número tres, se aclara que en el punto C, “experimentos con la temperatura”, se plantean situaciones que apuntan a fortalecer las competencias de explicación de fenómenos e indagación, y el punto D, “actividades de aplicación”, hace referencia a situaciones problema que abordan la competencia uso comprensivo del conocimiento.

**Tabla N° 12.** Desempeños obtenidos en el componente cognitivo y actitudinal, guía N° 3.

Estudiantes	Componente cognitivo			Componente actitudinal				
	Uso comprensivo del conocimiento	Explicación de fenómenos	Indagación	Responsabilidad	Respeto	Disciplina	Orden	Participación
1	A	S	S	S	S	S	A	BS
2	BJ	A	A	BJ	S	A	S	A
3	A	BS	BS	A	A	BS	BS	A
4	BS	A	A	A	A	A	A	S
5	A	BS	BS	A	A	A	S	A
6	A	S	S	S	A	A	S	S
7	BS	BJ	BJ	BJ	BS	BJ	A	BJ
8	BJ	BJ	BJ	BJ	S	S	A	A
9	BS	BS	BS	BS	S	S	S	S
10	BS	BS	BS	BS	S	S	S	BS
11	BJ	S	S	BS	A	A	BS	A
12	BS	BJ	BJ	BS	S	BS	A	BS
13	BS	BJ	BJ	BS	S	S	S	A
14	BS	BJ	BJ	BJ	A	A	S	A
15	A	S	S	S	S	S	S	A
16	BJ	BJ	BJ	BJ	BS	BS	A	BS

17	S	BS	BS	A	BS	A	A	A
18	A	BS	BS	A	BS	BS	A	A
19	BJ	BJ	BJ	BJ	S	S	S	A
20	S	A	A	S	S	A	S	S
21	A	A	A	S	S	A	A	A
22	A	BS	BS	A	S	S	A	A
23	BS	A	A	A	S	S	S	A
24	S	S	S	S	BS	BS	S	S
25	BJ	A	A	BS	S	S	S	BS
26	BS	BJ	BJ	BJ	S	A	BS	A
27	BS	A	A	A	A	A	A	A
28	BS	BS	BS	BS	BS	A	BS	S
29	A	S	S	A	S	S	A	S
30	BS	BJ	BJ	BS	A	A	S	BS
31	A	A	A	A	A	A	S	A
32	BJ	A	A	BJ	A	BS	A	A
33	BJ	S	S	BJ	BS	BS	BS	BS
34	A	BS	BS	A	S	A	A	A
35	BS	BS	BS	BS	A	A	S	BS
36	BS	BJ	BJ	BJ	BS	BS	BS	BS
37	A	BJ	BJ	BS	S	S	A	S

**Tabla N° 13.** Análisis del PNI de la guía N° 3: La temperatura.

POSITIVOS	NEGATIVOS	INTERESANTES
La implementación de recursos virtuales en la secuencia didáctica captó la atención de los estudiantes, además brindó la posibilidad de repetir la experiencia o reanudar el proceso cuando no se comprendía lo que se mostraba.	En la realización de las actividades virtuales (experiencia 6 y 7) se presentó menos responsabilidad para desarrollar las preguntas formuladas, entendiéndose que implicaba de atención, buen aprovechamiento del tiempo, observación, y gran capacidad de análisis por parte de los estudiantes. Ellos explicaron que eran muchas preguntas y les faltó fijarse en detalles para	El interés por ejercer el liderazgo en cada equipo fue notorio en varios grupos de estudiantes, incrementando la participación en los momentos de socialización.

<p>La solución de problemas y actividades de complementación sobre la temperatura fácilmente se contextualizó con la vida cotidiana por la familiaridad que tiene este concepto para los niños y niñas en su diario vivir.</p> <p>El nivel de exigencia para el desarrollo de las actividades experimentales requirió mayor disposición, apertura y atención por parte del estudiante, del mismo modo en la solución de las situaciones de aplicación donde se necesitó un buen nivel de dominio de los conceptos y buena comprensión para dar explicaciones claras y acertar en las respuestas.</p> <p>Se evidenció mayor orden en la presentación de tablas y gráficos, así como en la interpretación de los mismos para emitir respuestas a cuestionamientos.</p>	<p>responder todo lo que se estaba formulando, en otros casos fue falta de comprensión. Se dio oportunidad a varios para que repitieran la actividad en casa y sin embargo la respuesta no fue tan positiva.</p> <p>Hubo poco cuidado en el manejo del termómetro a pesar de haber hecho una clase demostrativa con las precauciones y medidas. Se dañaron tres termómetros.</p>	<p>La realización de laboratorios virtuales eliminó el riesgo de accidentes con los estudiantes, especialmente cuando implicó calentamiento de sustancias y manejo de varios elementos en medio de una gran cantidad de estudiantes y bajo supervisión de la docente.</p>
--	--	---

Fuente: Cano, S. (2016)

## 8. Conclusiones

Con relación al objetivo de indagación de las ideas previas de los estudiantes sobre los conceptos de masa, volumen y temperatura, se encontró que la aplicación del instrumento proporcionó un conocimiento de manera sucinta sobre los obstáculos y dificultades que se tienen al momento de abordar cada uno de estos conceptos, favoreciendo la reflexión del docente frente a las estrategias didácticas y permitiendo una orientación más clara de la planeación en el aula.

Al analizar el test inicial y compararlo con el análisis del test final, se evidencian avances en las respuestas correctas de los estudiantes en cada uno de los ítems, lo cual da cuenta de que la estrategia implementada con los diferentes momentos didácticos de la metodología Escuela nueva y la teoría de Formación por etapas de las acciones mentales de Galperin, fue efectiva en el sentido que logró una mejor comprensión de los conceptos.

En cuanto al objetivo de valorar el nivel de desempeño de los estudiantes en las competencias específicas del área de ciencias naturales según el ICFES como el uso comprensivo del conocimiento, la explicación de fenómenos y la indagación, enmarcadas en los conceptos abordados en este trabajo, demuestran un resultado en mayor porcentaje entre los niveles básico y alto, evidenciando un mejor desempeño en las diferentes actividades propuestas.

Aunque el nivel de desempeño en las competencias específicas evidenció un progreso, no alcanza un porcentaje elevado en el rango superior (4,6 - 5,0), dadas las fallas en la comprensión de lectura, la falta de disciplina, la poca rigurosidad en las respuestas del estudiante al enfrentarse a este tipo de planteamientos y en otros casos, la poca solidez en los conceptos para explicar situaciones, lo que indica que se requiere de mayor trabajo en este sentido.

De los objetivos considerados en cuanto al trabajo en equipo, ratifica ser un pilar importante para tener en cuenta en la planeación de actividades con los estudiantes, porque desarrolla habilidades sociales de escucha, respeto por la opinión del otro, aceptación a la diferencia y crea un papel protagónico de cada uno de los integrantes debido a la definición de roles, valorando el trabajo personal como aporte a la consecución de un objetivo colectivo. A su vez, permite enriquecer los saberes del estudiante por la retroalimentación que pueden hacer sus pares y las discusiones que se suscitan.

La intervención realizada fue la oportunidad para que los estudiantes tuvieran contacto con diferentes instrumentos de laboratorio, los manipularan y aprendieran a darles un manejo adecuado y con una intención clara, encaminada a las mediciones de diferentes elementos y sustancias del entorno, se dieran cuenta de que los sentidos, aunque si bien juegan un papel importante en el aprendizaje, en muchos casos se requiere de instrumentos para obtener una información más precisa de lo que se observa y se estudia.

Los diferentes momentos de aprendizaje planteados según la metodología Escuela nueva, se pudieron ajustar al esquema de la Formación por etapas de las acciones mentales, según la teoría propuesta por Galperin, favoreciendo la planeación de las actividades con una intención dirigida a la interiorización del conocimiento de cada uno de los conceptos de masa, volumen y temperatura para ser aplicados en la solución de problemas.

Como conclusión final, aunque los resultados estadísticos muestran un mayor nivel de asertividad en las respuestas que dieron los estudiantes en el test final significando mayor comprensión, todavía persisten ideas difíciles de erradicar en un grupo de estudiantes, como la confusión en la determinación de la masa y el volumen por medio del método de desplazamiento del nivel de agua, el cual es para el volumen y no para la masa; en algunos casos no diferencian

las unidades de masa y de volumen o no les prestan la importancia requerida, no conciben el volumen como una magnitud tridimensional y la temperatura la consideran una propiedad extensiva que varía según la cantidad de sustancia; lo mismo ocurre cuando asocian la temperatura al “calor” o al “frío” atribuyendo estas al tipo de material que compone una sustancia, por ejemplo, “los metales son fríos y la madera no tanto”.

## 9. Recomendaciones

En virtud de las habilidades que desarrollan los estudiantes al realizar el trabajo por competencias específicas en ciencias naturales, se ve relevante que el despliegue de la planeación académica que hacen los docentes se realice con base en este criterio, puesto que los resultados evidenciaron falencias y en pocas de las actividades propuestas en cada una de las guías de aprendizaje se alcanzó un nivel superior.

Es muy importante realizar un trabajo interdisciplinario con el área de matemáticas para el abordaje de algunos conceptos propios del entorno físico de las ciencias naturales, pues fortalece el proceso de enseñanza aprendizaje porque permite una visión globalizante del conocimiento, se complementa desde miradas diferentes y a su vez, potencia las acciones de pensamiento de los estudiantes según el nivel de escolaridad.

En la enseñanza de los conceptos masa, volumen y temperatura no se encontraron reportes bibliográficos que integraran los tres conceptos, sino que generalmente se ven de manera aislada o en otros casos, se estudia el concepto de densidad que relaciona la masa y el volumen, especialmente en grados de secundaria o nivel universitario; es así como se considera importante establecer las características de los conceptos de masa, volumen y temperatura para luego definir la relación y las diferencias que tienen, por ejemplo, la masa - el peso, el volumen – la capacidad, la masa – el volumen y la temperatura – el calor; en lo posible, contrastar estas ideas con experiencias cotidianas o situaciones experimentales para brindar mayor claridad a los estudiantes.

Es de gran importancia que los conceptos de masa, volumen y temperatura, al ser magnitudes tan implicadas en la vida cotidiana, se incluyan en el currículo de años previos al grado

quinto y se aborden con material concreto para la estimación, la comparación, la medición directa y luego la aritmetización como último paso en el proceso de la medición.

En el planteamiento de problemas en ciencias naturales, es pertinente que los estudiantes, aparte de proponer las soluciones desde el punto de vista de los saberes adquiridos, no se limiten solo a respuestas en papel y lápiz sino que también se saque provecho de proponer soluciones experimentales, mientras sea posible, profundizando más en la habilidad para resolver problemas y contribuyendo a la motivación en su proceso de aprendizaje.

## 10. Implicaciones

En el diseño y la planeación de actividades de una guía de aprendizaje deben considerarse las ideas previas de los estudiantes en aras de orientar los objetivos de enseñanza a la superación de los obstáculos o confusiones que sean identificados en un diagnóstico inicial, porque estas constituyen el puente entre el conocimiento cotidiano y el conocimiento científico.

La vinculación de actividades experimentales, bien estructuradas, al proceso de enseñanza aprendizaje de las ciencias naturales, proporciona un buen nivel de motivación al estudiante y posibilita el desarrollo de habilidades desde la expresión oral y escrita (comunicación de ideas), el trabajo en equipo y la indagación.

De acuerdo con el proceso efectuado para la asimilación del conocimiento de las propiedades de la materia, el cual fue significativo, es importante planear con rigor actividades en cada una de las etapas de formación de las acciones mentales por el sentido que cobra en el aprendizaje, partiendo desde lo elemental, lo concreto, lo perceptivo hasta lo más abstracto del pensamiento que es el lenguaje interno, y que dicha estrategia es aplicable a cualquier área del saber.

La interdisciplinariedad de áreas en la planeación académica juega un papel importante en la percepción que puede tener el estudiante frente al conocimiento, ya que le da una mirada integradora que luego pone en práctica para solucionar problemas en diferentes contextos.

## 11. Bibliografía

- Agudelo Dávila, M., Estrada Betancur, E., Posada Medina, L. M., Rodríguez Rave, L. M., Torres Jaramillo, M. C., & Santa Quintero, M. C. (2006). *Situaciones didácticas para la enseñanza del volumen proyecto de práctica profesional*. Recuperado a partir de <http://200.24.17.68:8080/jspui/handle/123456789/1136>
- Aguja Malambo, A., Lozano Valdez, M. del P., & Ortiz Poloche, R. (2014). Unidad Didáctica Matemáticas grado tercero. Recuperado el 23 de enero de 2017, a partir de <http://www.calameo.com/read/004062125141bc0568861>
- Arrechea Harriet de Olivero, M. (2015). Lección 8 y 9 El Orden y la Obediencia. Recuperado el 22 de enero de 2017, a partir de <http://es.catholic.net/op/articulos/660/leccion-8-y-9-el-orden-y-la-obediencia.html>
- Baquero Barbosa, C. D. (2014). *Una propuesta didáctica para la enseñanza del concepto de volumen dirigida a estudiantes de grado octavo* (Tesis de Maestría). Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. Recuperado a partir de <http://www.bdigital.unal.edu.co/49269/1/2806991.2014.pdf>
- Barrera Duarte, D., & Nino Garzón, J. P. (2008). *La construcción del concepto de volumen, en grado quinto, mediante la inmersión y manipulación de policubos* (Tesis de Licenciatura). Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga. Recuperado a partir de [repositorio.uis.edu.co:80/jspui/handle/123456789/7140](http://repositorio.uis.edu.co:80/jspui/handle/123456789/7140)
- Blasco Mira, J. E., & Mengual Andrés, S. (2008). Tema 2: La unidad didáctica. Recuperado a partir de <http://rua.ua.es/dspace/handle/10045/8092>
- Camacho Machín, M., García Déniz, M., Hernández Domínguez, J., Noda Herrera, M. A., & Socas Robayna, M. M. (2003). *La medida en la educación primaria* (1a ed.). Canarias: Cuadernos de Aula.
- Castaño Arias, M. A., Chica Castaño, V. C., Gómez González, L. M., & Grisales Posada, A. M. (2011). *Los conceptos masa y peso en estudiantes de básica primaria: una perspectiva desde los modelos didácticos analógicos* (Trabajo de Investigación). Universidad de Antioquia, Sonsón. Recuperado a partir de <http://200.24.17.68:8080/jspui/handle/123456789/1571>
- Cruz, A. C., Vargas, Á. R., & Montes, Y. E. (2012). Volumen y capacidad: de las unidades de medida antropométricas a las estandarizadas. En *Memorias del 13er Encuentro*

*Colombiano de Matemática Educativa* (pp. 1222–1228). Medellín: Sello Editorial Universidad de Medellín. Recuperado a partir de <http://asocolme.org>

Del Olmo Romero, M. A., Moreno Carretero, M. F., & Gil Cuadra, F. (1993). *Superficie y volumen: ¿algo más que el trabajo con fórmulas?* España: Síntesis.

Domènech, A. (1992). El concepto de masa en la física clásica: aspectos históricos y didácticos. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 10(2), 223–228.

EcuRed. (2015). Disciplina. Recuperado a partir de <http://www.ecured.cu/index.php/Disciplina>

Educaycreea. (2014). Propagación del calor: formas y ejemplos. Recuperado a partir de <http://www.educaycreea.com/2014/04/propagacion-del-calor-formas-y-ejemplos/>

EL TIEMPO. (2002). *El libro de los valores*. Casa Editorial EL TIEMPO.

Escobar Durango, L., González Pulgarín, Y., & Gutiérrez Avendaño, C. (2008). Enseñanza de los conceptos de calor y temperatura enmarcada en la teoría del cambio conceptual. Recuperado a partir de <https://almagestoudea.files.wordpress.com/2008/07/ensenanza-de-los-conceptos-de-calor-y-temperatura.pdf>

Fernandez, E., & Marmolejo, G. (2013). Volumen y capacidad en grado quinto de primaria. Desarrollo de procesos aditivos y multiplicativos en mediciones directas e indirectas. *Revista Científica*, 601–605.

Fernández Gómez, H. G. (2005, 2006). Guía para el análisis, la interpretación y el uso de la calidad en las instituciones educativas. Subdirección de Estándares y Evaluación - MEN.

Ferreiro, R. (2004). Más allá de la teoría: El Aprendizaje Cooperativo. El Modelo Educativo para la Generación N. LA PARTICIPACION EN CLASE. *Revista Magister*, (6). Recuperado a partir de [http://educacionparaeltalento.com/files/WEBSITE\\_Revista\\_Magister\\_Articulo\\_3.pdf](http://educacionparaeltalento.com/files/WEBSITE_Revista_Magister_Articulo_3.pdf)

Flotts, M. P., Manzi, J., Romero, G., Williamson, A., Ravanal, E., González, M., & Abarzúa, A. (2016). Aportes para la enseñanza de las Ciencias Naturales. Terce-UNESCO.

Furió Más, C., & Padilla, K. (2003). La evolución histórica de los conceptos científicos como prerequisite para comprender su significado actual: el caso de la cantidad de sustancia y

- el mol. Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales; *NÚMERO 17 (2003)*., (17), 55–74.
- García Franco, A., & Garritz Ruiz, A. (2006). Desarrollo de una unidad didáctica : el estudio del enlace químico en el bachillerato. *Enseñanza de las Ciencias*, 24(1), 111–124.
- García Mendoza, H. J., Ortiz Colón, A. M., Martínez Moreno, J., & Tintorer Delgado, O. (2009). La teoría de la actividad de formación por etapas de las acciones mentales en la resolución de problemas. *Inter Science Place*, 1(9). Recuperado a partir de <http://www.interscienceplace.org/isp/index.php/isp/article/view/94>
- Godino, J. D., Batanero, C., & Roa, R. (2002). *Medida de magnitudes y su didáctica para maestros* (Proyecto Edumat-Maestros Matemáticas y su Didáctica para Maestros). Granada. Recuperado a partir de [https://www.researchgate.net/publication/282281208\\_Medida\\_de\\_magnitudes\\_y\\_su\\_didactica\\_para\\_maestros](https://www.researchgate.net/publication/282281208_Medida_de_magnitudes_y_su_didactica_para_maestros)
- Guillaron, J. J., Méndez, L. M., Lourenço, A. B., Costa, G. G. G., & Hernandez, A. C. (2012). Evaluación de las representaciones de los conceptos de peso y masa de los alumnos de enseñanza media en São Carlos y región (Brasil) y en la provincia de Santiago de Cuba (Cuba). *Latin - American Journal of Physics Education*, 6(4), 639–647.
- Henao, J. T., García, J. J., De la Mata, M. del M., & Almodóvar, J. A. (2009). *Guía matemáticas 5. Primaria*. España: Santillana. Recuperado a partir de [https://fichasparaimprimir.files.wordpress.com/2014/10/5\\_guia\\_matemc3a1tica-santillana.pdf](https://fichasparaimprimir.files.wordpress.com/2014/10/5_guia_matemc3a1tica-santillana.pdf)
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, M. del P. (2010). *Metodología de la investigación* (5a ed.). MCGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V. Recuperado a partir de [https://www.esup.edu.pe/descargas/dep\\_investigacion/Metodologia%20de%20la%20investigaci%C3%B3n%20de%20Edici%C3%B3n.pdf](https://www.esup.edu.pe/descargas/dep_investigacion/Metodologia%20de%20la%20investigaci%C3%B3n%20de%20Edici%C3%B3n.pdf)
- Hincapié Montes, Y. M., & Hincapié Montes, J. W. (2010). *La resolución de problemas desde el cts como estrategia para la enseñanza de los conceptos calor, temperatura y energía interna* (Tesis de Licenciatura). Universidad de Antioquia, Medellín. Recuperado a partir de <http://200.24.17.68:8080/jspui/handle/123456789/566>
- ICFES. (2007). Fundamentación conceptual área de Ciencias Naturales. Secretaría General, Grupo de Procesos Editoriales – ICFES. Recuperado a partir de [http://www.colombiaaprende.edu.co/html/competencias/1746/articles-335459\\_pdf\\_2.pdf](http://www.colombiaaprende.edu.co/html/competencias/1746/articles-335459_pdf_2.pdf)

- ICFES. (2013). *SABER 3°, 5° y 9° Preguntas analizadas Ciencias naturales 5o. grado*. Bogotá.
- ICFES. (2015). *Saber 3°, 5° y 9° 2015. Cuadernillo de prueba. Ejemplo de preguntas Saber 5° Ciencias Naturales*. Bogotá.
- ICFES, I. C. para el F. de la E. S. (2006a, 20005). Saber. Recuperado a partir de [http://186.113.12.182/catalogo//resultados\\_interno.php?valor=Saber+2005+-+2006&educationalIdTblEducativeLevel=%25&area=%25&competencia=%25&tipo=re cursos](http://186.113.12.182/catalogo//resultados_interno.php?valor=Saber+2005+-+2006&educationalIdTblEducativeLevel=%25&area=%25&competencia=%25&tipo=re cursos)
- ICFES, I. C. para el F. de la E. S. (2006b, 2005). Saber. Recuperado a partir de [http://186.113.12.182/catalogo//resultados\\_interno.php?valor=Saber+2005+-+2006&educationalIdTblEducativeLevel=%25&area=%25&competencia=%25&tipo=re cursos](http://186.113.12.182/catalogo//resultados_interno.php?valor=Saber+2005+-+2006&educationalIdTblEducativeLevel=%25&area=%25&competencia=%25&tipo=re cursos)
- Jammer, M. (1964). *Concepts of Mass in Classical and Modern Physics*. Courier Corporation.
- Jara Guerrero, S., Ramírez López, A. M., Torres Latorre, N. E., & Cruz Mandujano, J. (1990). Descubriendo las ideas de los niños. *Calor y temperatura*, 37(1), 124–135.
- López Gil, M. A., & González de Londoño, A. M. (2012). Una Experiencia Exitosa. Sistematización del Proyecto Escuela Activa Urbana. Editorial Blanecolor S.A.S. Recuperado a partir de <http://fundacionluker.org.co/una-experiencia-exitosa/>
- López Morejon, V., & Pérez de Prado, A. (1999). Aspectos fundamentales de la teoría de formación por etapas de las acciones mentales y los conceptos de P. YA. Galperín. *Ya Galperin. Ensayos de Maestría*.
- Macedo de Burghi, B., & Soussan, G. (1985). Estudio de los conocimientos pre-adquiridos sobre las nociones de calor y temperatura en alumnos de 10 a 15 años. *Enseñanza de las Ciencias*, 3(2), 83–90.
- Marín López, A., Castaño Montoya, G., García, L. M., & Londoño Castaño, L. (2011). Herramientas para Re-crear, escenarios de Formación. Manual didáctico para docentes, Escuela Activa Urbana. Editorial Blanecolor S.A.S. Recuperado a partir de <http://fundacionluker.org.co/manual-didactico-para-docentes/>

- Martín del Pozo, R., Arilo, M. Á., Fernández, P., Galán, P., García, E., González, M., San Martín, C. (2013). *Las ideas “científicas” de los alumnos y alumnas de Primaria: tareas, dibujos y textos*. Universidad Complutense.
- Martínez, I. (1992). *Termodinámica: Básica y Aplicada* (1a ed.). Recuperado a partir de <http://www.elsolucionario.org/termodinamica-basica-aplicada-isidoro-martinez-1ra-edicion/>
- Martínez Muñoz, J. C. (2011). *Propuesta didáctica para la enseñanza del concepto de masa en los estudiantes del grado décimo de la Institución Educativa Raíces del Futuro* (masters). Universidad Nacional de Colombia. Recuperado a partir de <http://www.bdigital.unal.edu.co/4947/>
- Mashood, K. K. (2010). Historico-Critical Analysis of the Concept of Mass: From Antiquity to Newton. *Episteme*, 3, 33–37.
- Matías Pérez, C. E. (2010). Aplicación de la teoría de Galperín en el área de matemática en educación. En *Acta latinoamericana de matemática educativa* (Colegio Mexicano de Matemática Educativa A. C., Vol. 23, pp. 753–758). Comité Latinoamericano de Matemática Educativa. Recuperado a partir de <http://www.clame.org.mx/documentos/alme23.pdf>
- Ohanian, H. C., Markert, J. T., Sarmiento Ortega, S., & Campos Olguín, V. (2009). *Física para ingeniería y ciencias. Volumen 1*. México: McGraw-Hill.
- Orcos Palma, L. (2012). *Revisión de los conceptos de calor y temperatura y elaboración de una estrategia didáctica en la Educación Secundaria* (Tesis de Maestría). Universidad de la Rioja, Argentina. Recuperado a partir de [http://biblioteca.unirioja.es/tfe\\_e/TFE000174.pdf](http://biblioteca.unirioja.es/tfe_e/TFE000174.pdf)
- Prueba de primer período Ciencias Naturales Unidad Ciencias físicas y químicas CUARTO AÑO BÁSICO. (2013). Recuperado a partir de [http://portales.mineduc.cl/usuarios/basica/doc/201307241656480.4BASICO-PRUEBA\\_PERIODO1-CIENCIAS\\_NATURALES.pdf](http://portales.mineduc.cl/usuarios/basica/doc/201307241656480.4BASICO-PRUEBA_PERIODO1-CIENCIAS_NATURALES.pdf)
- Ríos Tobón, M., Piedrahita, A. A., & Vallejo Tigreros, V. H. (2008). *Las concepciones sobre el calor de los futuros maestros de ciencias naturales de la Universidad de Antioquia* (Trabajo de Investigación). Universidad de Antioquia, Medellín. Recuperado a partir de <http://200.24.17.68:8080/jspui/handle/123456789/484>
- Roncancio, M. L. (2012). La clase de ciencias naturales y el desarrollo de competencias para la vida en la escuela primaria. *Educación y ciudad*, (23), 151–159.

- Ruiz Macías, C., Bañas Sierra, C., & Medallo Jiménez, V. (2003). Las ideas alternativas sobre la conservación de la energía, calor y temperatura del alumnado de primer ciclo de Educación Secundaria Obligatoria. *Campo abierto: Revista de educación*, (24), 99–126.
- Saíz Roldán, M. (2003). Algunos objetos mentales relacionados con el concepto volumen de maestros de primaria. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 8(18), 447–478.
- Saíz Roldan, M. L. (2002). *El pensamiento del maestro de primaria acerca del concepto volumen y de su enseñanza* (Tesis de Doctorado). Centro de Investigaciones y Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional, México.
- Salomón, S. E., & Miatello, R. (2010). El termómetro: Historia de uno de los instrumentos básicos de la práctica médica cotidiana. *Revista Médica Universitaria*, 6(1), 8.
- Sánchez Blanco, G., & Valcárcel Pérez, M. V. (1993). Diseño de unidades didácticas en el área de Ciencias Experimentales. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 11(1), 33–44.
- Sánchez Londoño, E. D. (2012). *Proyecto experimental tendiente a mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje de la mecánica newtoniana en la escuela primaria* (Tesis de Maestría). Universidad Nacional de Colombia, Medellín. Recuperado a partir de <http://www.bdigital.unal.edu.co/6899/>
- Santillana. (s/f). Volumen, capacidad y masa. Recuperado a partir de [http://www.sectormatematica.cl/basica/santillana/volumen\\_capacidad\\_masa.pdf](http://www.sectormatematica.cl/basica/santillana/volumen_capacidad_masa.pdf)
- Verdugo Fabiani, H. G. (s/f). La Reina masa y el señor peso. Recuperado a partir de <http://www.librosmaravillosos.com/cuentosdidacticos/cuento02.html>.
- Viau, J., & Moro, L. (2011). El perfil epistemológico de Bachelard y los modelos didácticos: la transferencia epistemológica en alumnos de nivel medio. *Cuadernos de Educación*, 9(9), 153–164.
- Vílchez González, J. M., López Serrano, C. J., Reyes Camacho, M., & Carrillo-Rosúa, J. (2010). Conflictos conceptuales entre masa y cantidad de sustancia. Lola Álvarez Rodríguez; Rene Rickeman del Castillo; Joan Vallès Villanueva. Recuperado a partir de <http://digibug.ugr.es/handle/10481/5557>

Zapata Pareja, J. de J. (2014). *Diseño e implementación de una propuesta didáctica que contribuya al aprendizaje significativo del «concepto fuerza»: estudio de caso en el grado undécimo de la Institución Educativa Liceo Antioqueño del municipio de Bello* (Tesis de Maestría). Universidad Nacional de Colombia, Medellín. Recuperado a partir de <http://www.bdigital.unal.edu.co/44364/>



®

## Anexos



ORDEN RELIGIOSA DE LAS ESCUELAS PÍAS  
PADRES ESCOLAPIOS  
COLEGIO CALASANZ PEREIRA  
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS NATURALES Y EDUCACIÓN AMBIENTAL  
GRADO QUINTO

MAESTRÍA EN ENSEÑANZA DE LAS  
CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES

### TEST DE IDEAS PREVIAS SOBRE MASA, VOLUMEN Y TEMPERATURA

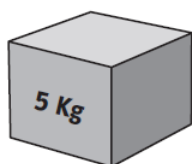
#### GRADO QUINTO DE BÁSICA PRIMARIA

ESTUDIANTE: \_\_\_\_\_ EDAD: \_\_\_\_\_

Nota: el siguiente test hace parte del trabajo final de la Maestría en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales.

A continuación encuentras una serie de preguntas, las cuales debes responder individualmente con base a tus conocimientos. Por favor no dejes ninguna sin contestar.

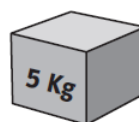
1. Los siguientes cubos tienen distinto volumen pero poseen la misma masa. Si se construyen figuras con los mismos materiales pero de igual volumen, ¿cuál figura crees que presenta mayor masa?



Espuma



Plástico

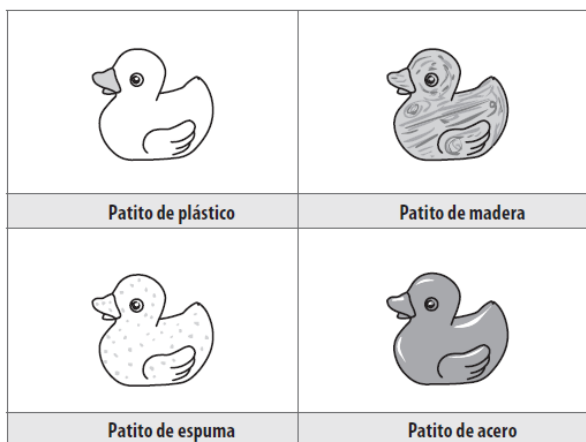


Madera



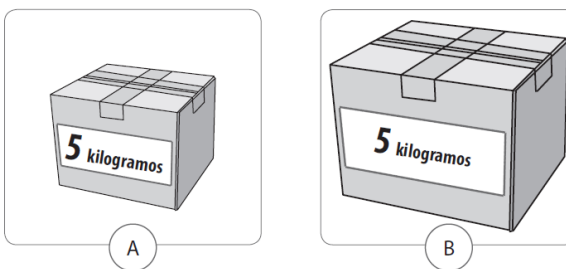
Acero

Fuente: prueba periodo 1 ciencias naturales. Cuarto año básico. (2013)



Fuente: prueba periodo 1 ciencias naturales. Cuarto año básico. (2013)

- a. Patito de plástico
  - b. Patito de madera
  - c. Patito de acero
  - d. Patito de espuma
2. Las siguientes cajas son de tamaños distintos, y son pesadas en una balanza. ¿Qué diferencia existe entre ellas?



Fuente: prueba periodo 1 ciencias naturales. Cuarto año básico. (2013)

- a. La caja A tiene mayor tamaño que la caja B.
- b. La caja B tiene mayor volumen que la caja A.
- c. Las cajas A y B tienen el mismo volumen.
- d. La caja A tiene mayor volumen que la caja B.

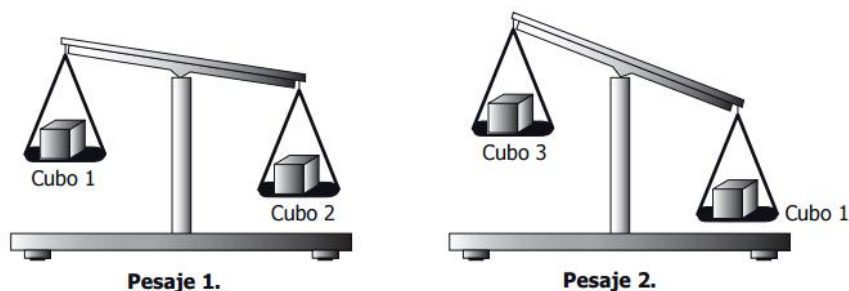
3. En clase de ciencias naturales, Mario midió la masa de varios objetos y una de las medidas que él registró es la que aparece en la pantalla de la balanza. ¿Cuál es la unidad de medida que debe aparecer al lado de la cantidad?

- a.  $\text{cm}^3$
- b.  $^{\circ}\text{C}$
- c. kg
- d. ml



Tomada de: <http://sites.amarillasinternet.com>

4. Tu profesora realiza un experimento en el que coloca tres cubos de igual volumen en una balanza, como se muestra en el siguiente dibujo.



Fuente de pregunta e imagen: Cuadernillo de Pruebas Saber ciencias naturales 5° (2012)

De acuerdo con lo que observas en el dibujo anterior, es correcto afirmar que la masa

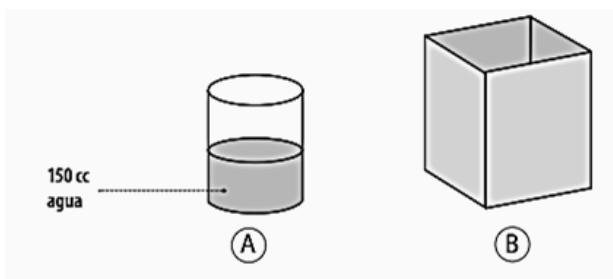
- a. De los cubos 1 y 2 es igual.
  - b. Del cubo 1 es mayor que la masa del cubo 2.
  - c. De los cubos 2 y 3 es igual.
  - d. Del cubo 3 es menor que la masa del cubo 2.
5. La gravedad es la fuerza con la que cuerpos celestes como la Tierra y la Luna atraen los objetos hacia el suelo. Se sabe que la gravedad en la Tierra es diferente a la de la Luna debido a la

diferencia de sus pesos. Al dejar caer dos balones idénticos y desde una misma altura, uno en la Tierra y el otro en la Luna, se puede predecir que:

- Caerá más rápido en la Luna porque su gravedad es mayor que la de la Tierra.
- Caerá más rápido en la Tierra porque su gravedad es mayor que la de la Luna.
- Caerán con la misma velocidad porque los balones son idénticos y la altura es la misma.
- Caerá más rápido en la Luna porque su gravedad es menor que la de la Tierra.

Fuente: Cuadernillo de Pruebas Saber ciencias naturales 5° (2014)

6. El siguiente diagrama muestra dos envases, A y B. El envase A contiene 150 cm<sup>3</sup> de agua. El envase B está vacío. Con base en esta información responde:



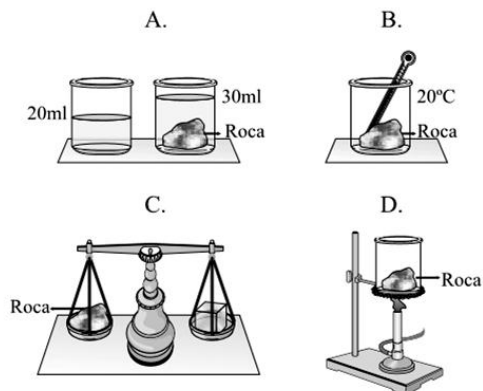
Tomado de: prueba periodo 1 ciencias naturales. Cuarto año básico. (2013)

Si toda el agua del envase A se vierte en el envase B, ¿qué le sucederá al volumen del agua?

- Permanecerá igual.
- Aumentará.
- Disminuirá.
- No es posible saberlo.

Fuente de pregunta e imagen: Prueba periodo 1 ciencias naturales. Cuarto año básico, (2013)

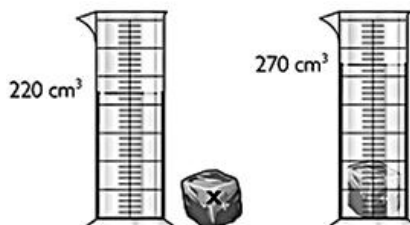
7. Para determinar la masa de una roca debemos usar el procedimiento indicado en:



Fuente: libro Vida 5°. Editorial Voluntad, 2005. Pag. 179.

8. En la siguiente figura se observa la medida del volumen de una piedra, este corresponde a:

- a.  $220 \text{ cm}^3$
- b.  $270 \text{ cm}^3$
- c.  $50 \text{ cm}^3$
- d. No se puede saber



Tomada de: <http://cienciasenelcalvin.blogspot.com.co>

9. El siguiente diagrama muestra una porción de un cilindro graduado. ¿Cuál es el volumen indicado en el cilindro?

- a. 22 ml.
- b. 28 ml.
- c. 26 ml.
- d. 24 ml.

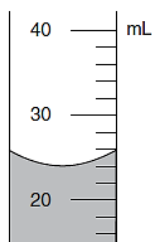


Imagen tomada de google imágenes

10. Andrés tiene un globo de papel con una llama en su interior. El globo permanece elevado y está amarrado con una cuerda a un poste. La llama es importante para que el globo se eleve porque:

- a. Libera energía que mueve el globo.
- b. Calienta el aire dentro del globo permitiéndole flotar.

- c. Crea gases que permiten que el globo flote.
- d. Le transmite parte de su movimiento al globo.

Fuente: Cuadernillo de Pruebas Saber ciencias naturales 5° (2012)

11. Un niño mete un juguete en la nevera para ver cómo cambia su volumen cuando baja la temperatura. Él registró los datos en la siguiente tabla pero olvidó tomar los datos a los 120 minutos.

Tiempos (minutos)	Temperatura (°C)	Volumen (cm <sup>3</sup> )
30	30	32
60	25	16
90	20	8
120		

De acuerdo con la tabla, ¿qué datos le faltaron?

- a. 10°C y 4 cm<sup>3</sup>
- b. 15°C y 2 cm<sup>3</sup>
- c. 10°C y 2 cm<sup>3</sup>
- d. 15°C y 4 cm<sup>3</sup>

Fuente: Cuadernillo de Pruebas Saber ciencias naturales 5° (2014)

12. Un estudiante guarda en la nevera tres muestras de agua en diferentes envases durante un tiempo de dos horas y elabora la siguiente tabla con los datos obtenidos.

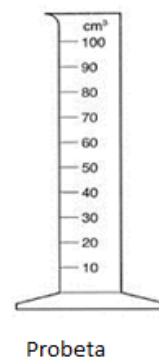
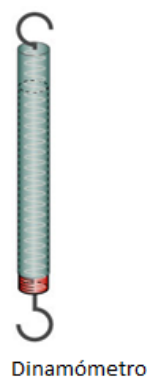
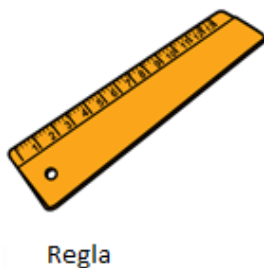
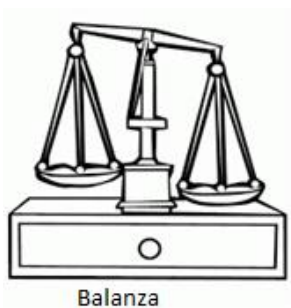
Título			
Muestra	Envase	Temperatura inicial	Temperatura después de 2 horas
1	Vidrio	15°C	8°C
2	Lata de aluminio	15°C	5°C
3	Plástico	15°C	10°C

¿Cuál de los siguientes títulos debería llevar la tabla?

- Temperatura de los diferentes materiales.
- Tamaño de los recipientes para enfriar el agua.
- Cantidad de agua usada con diferentes materiales.
- Temperatura del agua enfriada en envases de diferentes materiales.

Fuente: Cuadernillo de Pruebas Saber ciencias naturales 5° (2014)

13. ¿Cuál de los siguientes instrumentos emplearías para calcular el volumen de una caja de chocolates?

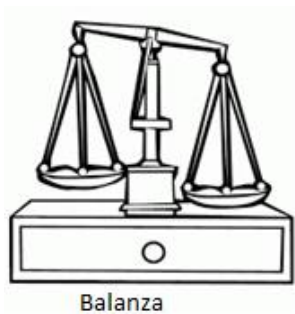


Imágenes tomadas de Google imágenes

- Balanza
- Regla
- Dinamómetro
- Probeta

Pregunta tomada y adaptada de: Prueba periodo 1 ciencias naturales. Cuarto año básico, (2013)

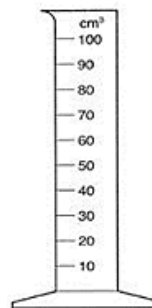
14. ¿Cuál instrumento emplearías para medir la masa de un trozo de chocolate?



Balanza



Regla



Probeta



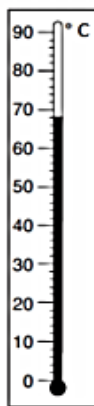
Dinamómetro

Imágenes tomadas de Google imágenes

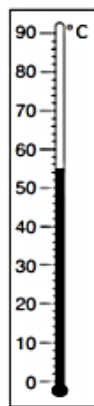
- Balanza
- Regla
- Dinamómetro
- Probeta

15. De los siguientes termómetros, ¿cuál indica una temperatura de 65 °C?

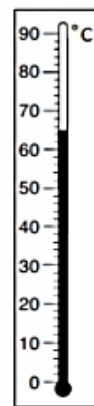
- El termómetro A.
- El termómetro B.
- El termómetro C.
- El termómetro D.



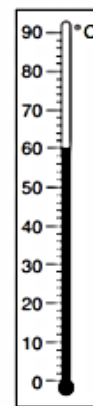
A



B



C



D

Fuente de pregunta e imagen: prueba periodo 1 ciencias naturales. Cuarto año básico. MEN Gobierno de Chile (2013)

16. Juanita y Sofía hierven agua. Juanita tiene el doble de agua que Sofía. Si ambas tienen mecheros iguales y termómetros idénticos para medir la temperatura. La temperatura que lee

Juanita es:

- Mayor que la de Sofía.
- Igual que la de Sofía.



Juanita



Sofía

Pregunta e imagen tomada y adaptada de: Las ideas alternativas sobre la energía del alumnado de primer ciclo ESO. Pág. 116.

- c. Menor que la de Sofía.
- d. No lo sé.

17. Si en la clase de ciencias tenemos dos placas, una de madera y una de aluminio, y colocamos sobre cada una un termómetro. ¿Cómo serán las temperaturas?

- a. Iguales.
- b. Mayor en la placa de madera.
- c. Mayor en la placa de aluminio.
- d. No sé.



Fuente de pregunta e imagen: Las ideas alternativas sobre la energía del alumnado de primer ciclo ESO. Pág. 118.

18. Del congelador de nuestra casa sacamos dos cubitos de hielo, A y B. Uno de los cubos es el doble de grande ¿Cómo será la temperatura de los dos cubos?

- a. Mayor A que B.
- b. Mayor B que A.
- c. Igual temperatura.
- d. No sé.



Imágenes tomadas de google imágenes

Fuente de pregunta: Las ideas alternativas sobre la energía del alumnado de primer ciclo, ESO, s.f., p. 118.



ORDEN RELIGIOSA DE LAS ESCUELAS PÍAS  
 PADRES ESCOLAPIOS  
 COLEGIO CALASANZ PEREIRA  
 DEPARTAMENTO DE CIENCIAS NATURALES Y EDUCACIÓN AMBIENTAL  
 GRADO QUINTO



MAESTRÍA EN ENSEÑANZA DE LAS  
 CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES

## EXPLOREMOS Y CONOZCAMOS PROPIEDADES GENERALES DE LA MATERIA

### GUÍA: LA MASA

#### Indicadores de desempeño

- Explica el concepto de masa y reconoce sus unidades.
- Identifica y manipula adecuadamente instrumentos de medida de la masa.
- Aplica correctamente el concepto de masa en diferentes situaciones.



#### ACTIVIDADES DE MOTIVACIÓN (VIVENCIAS)

- Se tiene un poco de algodón y plastilina

#### Preguntas previas:

- ¿Si el algodón ocupa más espacio que la plastilina será más pesado?
- ¿Qué entiendes por masa?
- Si se toman dos barras de plastilina y una de ellas la convertimos en una bola

- d. ¿Cuál será la plastilina más pesada?
- e. ¿Para qué sirve conocer la masa de los objetos?
- f. ¿Cómo se halla la masa de un cuerpo?
- g. ¿Cuál es la principal unidad de masa?

Preguntas tomadas de: (Aguja Malambo, Lozano Valdez, & Ortiz Poloche, 2014)

- Sacaremos una balanza y la situaremos sobre la mesa.

¿Para qué se utiliza la balanza?

¿Dónde se usa la balanza?

¿Para qué se utiliza una balanza en una tienda?

- Medimos la masa de algunos objetos que haya en el salón.
- En grupo, cada miembro estimará la masa de cada uno de los objetos.
- Luego comprobaremos la masa real de los objetos pesando en la balanza.
- Después de la experiencia, ¿a qué llamamos masa?



## ACTIVIDADES DE FUNDAMENTACIÓN (BOA)

Realice individualmente de manera cuidadosa y atenta la lectura del cuento.

### **Cuento La Reina Masa y el Señor Peso**

Había una vez una Masa que, creyéndose Reina, andaba por casi todas partes del mundo para que todos la conocieran y supieran lo importante que era. No existía territorio alguno que no supiera de su existencia. Estaba en todas partes. Pero entonces, en una aldea cercana, surgió sin explicación alguna un señor que se hizo prontamente conocido y llegó a oídos de toda la gente por todas partes de la tierra. Se hizo llamar el Señor Peso. Fue tanta su popularidad que la gente lo

empezó a usar para muchas cosas de su vida cotidiana. Las personas cuando iban a la feria le decían al vendedor que le pesaran la fruta y la verdura. Cuando iban al médico, la enfermera lo primero que hacía era pesarlos. Cuando jugaban en el parque de entretenimientos el que pesaba más ganaba en el juego del balancín.

El Señor Peso pronto se hizo más popular que la famosa Masa y no faltó quien concertó un encuentro entre ellos y toda la gente se dispuso a verlos y a escucharlos, tal era la fama de ellos que no hubo reino en la tierra que no estuviera atento a este esperado acontecimiento. La Masa, cuando vio llegar al Señor Peso no se movió de su lugar esperando que el recién llegado se acercara a rendirle honores. Por cierto que el Señor Peso hizo caso omiso de tal situación y se colocó pronto a disposición del moderador, el famoso y prestigiado animador Gravitón.

Gravitón les pidió que se identificaran y dieran a conocer sus cualidades más atractivas que tenían.

Entonces el Señor Peso dijo: Yo estoy en todas partes de la tierra, la gente me usa para muchas cosas y, me cambio de ropaje cuando quiero, la gente me valora de diversas formas, a veces soy más grande otras veces más pequeño. No hay cosa en la Tierra donde yo no esté. Yo siempre miro hacia abajo, nunca miro hacia el lado ni hacia arriba, ¡no!, la gente y las cosas se han dado cuenta que no necesito mirar hacia arriba pues nadie más hay.

Le llegó el turno a la Masa y dijo, muy pausadamente: Miren todos, yo sí que estoy en todas partes, no solo en la Tierra, yo existo en todas partes y más aún, no me ando cambiando de vestuario, la gente que me conoce en un lugar siempre me verá de la misma forma, nunca sufriré un desengaño, yo jamás los defraudo. No importa que vaya al polo o al ecuador, sigo siendo la misma. Con la humildad que me da el saber que soy la Reina de toda la naturaleza no necesito

andar mirando para abajo, yo miro de frente de costado, para arriba, para abajo, para todas partes miro yo.

El Señor Peso, viendo que la gente que estaba presente en el encuentro empezó a aplaudir más a la Masa, sacó de entre su ropaje su bastón de mando, que parecía una flecha, y por más que quería levantarlo no podía, no dejaba de señalar el centro de la tierra. La Masa, no podía contenerse de la risa y siguió: El Señor Peso dice que es importante y popular, más bien lo que sucede es que la gente no se ha dado cuenta de lo enfermizo que es, se ha hecho conocido por ser un ser de múltiples personalidades, cuando está en esta ciudad se ve de una forma, pero en otra ciudad del sur o en otra del norte, cambia de personalidad y se muestra de otra forma. No como yo, insisto, me muestro en todas partes de la misma forma. Y vieran ustedes lo que le sucede cuando viaja a otro planeta o a nuestra amada Luna, su forma se va empequeñeciendo e incluso desaparece a cierta distancia, solo cuando va a llegar a otro lugar nuevamente adquiere una forma visible. Parece que por sí solo no se puede presentar, parece que su forma depende del lugar donde se encuentre. Ya, a estas alturas, el Señor Peso estaba solo escuchando a la Masa, igual como la gente que había concurrido a este esperado encuentro. El Señor Peso, continuó la Masa, no puede caminar solo y mirar al frente, quizás no se ha dado cuenta pero donde él va me encuentra a mí y por más que se sacude no puede deshacerse de mí, le soy indispensable. No se dejen engañar, a veces él les pide que le llamen por un seudónimo, el kilogramo, pero ¿no saben que ese es mi apellido? y ¿qué este que se hace llamar Señor me lo quiere quitar?

El Señor Peso quiso pronunciar unas palabras y sólo alcanzó a decir: “ya ves Masa, que todo el mundo me conoce y me usa más que a ti...”. Masa lo interrumpió: “claro, pero tú has usado publicidad engañosa, ya es hora que la gente se dé cuenta que en realidad cuando te mencionan, se refieren a mí y no a ti”.

La Masa, dirigiéndose a todos los espectadores: señores y señores, niñas y niños del mundo, sepan ustedes que yo soy quien está en todas las cosas, independiente del lugar en que me encuentre, que cuando van a la feria y piden que les pesen la fruta, en realidad están pidiendo que les den cierta masa de verdura.

No confundan mi apellido, el mío es “kilogramo”, el del Señor Peso es “Newton”. No se dejen engañar con palabras bonitas y sonantes, la verdad la tengo yo.

Y, con aclamación terminó el encuentro, los aplausos para Masa fueron bastantes, pero todavía quedaron unos cuantos seguidores del Señor Peso. Al otro día, en titulares de toda la prensa, escrita, radial, televisiva, números extras de casi todas las revistas, en fin, todos los medios de comunicación, decían: “La Masa es la Reina de la Naturaleza: La Masa dominó mejor la situación y pudo demostrar que está en todas partes y no engaña a nadie, que en todas partes es la misma, sin embargo el Señor Peso tuvo que reconocer que su existencia dependía de la misma Masa y de estar o no en un Planeta o una estrella o un satélite”.

A partir del bullado encuentro es que la Masa es reconocida como la Reina de la naturaleza y el Señor Peso, a petición expresa de la Reina, siguió llamándose así.

Fuente: Cuentos Didácticos de Física, (Verdugo Fabiani, s/f).

<http://www.librosmaravillosos.com/cuentosdidacticos/cuento02.html>.

### **Actividad individual**

Después de haber leído el cuento responde las preguntas:

1. ¿Cómo se llaman los protagonistas del cuento?
2. ¿Cuáles son las características de la masa?
3. ¿Cuáles son las características del peso?

4. ¿Cómo sabe una vendedora de la plaza cuántas zanahorias, tiene que cargar en la bolsa cuando se le pide un kilo?
5. ¿Según el cuento cuáles son las diferencias entre el peso y la masa?

Preguntas tomadas de: <http://www.bdigital.unal.edu.co/6899/7/98550661.2012.3.pdf>

### **Actividad grupal (3 estudiantes)**

Pongan en común sus respuestas y a partir de ellas elaboren una tabla donde consignen las características de la masa y el peso y las diferencias entre masa y peso.

### **Actividad individual**

#### **Lee con mucha atención lo siguiente**

De acuerdo con Sánchez Londoño, (2012) se presentan una serie de conceptos, así:

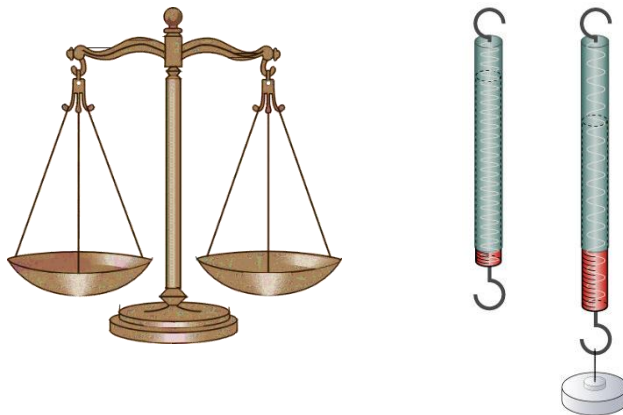
**Masa:** Newton establece que la masa de un cuerpo es la medida de la inercia de dicho cuerpo. La inercia es entonces, la propiedad de los cuerpos de resistirse al cambio de movimiento, la resistencia al efecto de una fuerza ejercida sobre él. Es así que según la inercia de un objeto, es posible moverlo más fácilmente o no. Por ello si una bola de hierro tiene 15 veces más masa, su inercia es 15 veces mayor, brindando 15 veces más resistencia a la aceleración. Sin embargo, una bola 15 veces más pesada no cae más rápido que una bola pequeña, fenómeno que Galileo había descubierto, pero que Newton pudo explicar.

Isaac Newton fue el primero en darse cuenta de que cuando se dice que una bola de billar es “pesada” eso implica dos cosas diferentes:

1. Es más difícil de levantarla.
2. Es más difícil de acelerarla.

La masa se mide usando una balanza que funciona por comparación entre masa conocida y la masa que se desea conocer. La masa, en física, es la magnitud que cuantifica la cantidad de materia de un cuerpo. La unidad de masa, en el Sistema Internacional de Unidades es el kilogramo

(kg). La masa de un cuerpo dado permanece constante. No depende del lugar donde se encuentre el cuerpo. Dos masas iguales, colocadas sobre respectivos platillos de una balanza, se equilibran por igual en la Tierra o en la Luna (Sánchez Londoño, 2012).



**Fig. 25.** Balanza romana y dinamómetro

**Peso:** Es la fuerza de atracción gravitacional que la Tierra, otro planeta u otro objeto celeste ejerce sobre los cuerpos que están cerca de su superficie, para calcular el peso se debe multiplicar la masa del cuerpo por la gravedad del lugar donde está el objeto. El peso se expresa en Newton y la masa en kilogramos (Sánchez Londoño, 2012).

**Inercia:** Oposición que presenta un objeto en respuesta a una fuerza externa que trata de moverlo (Sánchez Londoño, 2012)

**Dinamómetro:** Es un instrumento para medir pesos, está formado por un resorte con un extremo libre y una tabla graduada en unidades de peso. Al colgar en el extremo libre del resorte un objeto para medir su peso, éste se estira; si el objeto es más pesado se estira más. Con el dinamómetro entonces se puede determinar el peso de un objeto registrando cuánto se estira el resorte que tiene el instrumento (Sánchez Londoño, 2012).

**Gravedad:** Atracción gravitacional de la Tierra o de otro objeto celeste sobre un objeto. El peso de un objeto es igual a su masa multiplicada por la gravedad del planeta o cuerpo celeste donde se encuentre y su unidad es el newton.

**Tabla N°14.** Gravedad de cuerpos celestes

<b>CUERPOS CELESTES DEL SISTEMA SOLAR</b>	<b>GRAVEDAD EN m/s<sup>2</sup></b>
Marte	3,7
Neptuno	11,2
Urano	9
Mercurio	3,7
Júpiter	25,2
Tierra	9,8
Luna	1,62

Peso = masa del objeto (kg) \* gravedad (m/s<sup>2</sup>) El peso se mide en newton.

$$\text{Newton} = \text{kg} * \text{m/s}^2$$

Tomado de (Sánchez Londoño, 2012): <http://www.bdigital.unal.edu.co/6899/7/98550661.2012.3.pdf>

Con base en la información sobre la masa y el peso complete la tabla para comparar ambos conceptos.

**Tabla N°15.** Definición de conceptos

CONCEPTO	MASA	PESO
Definición		
Unidades de medida		
Instrumento de medida		
Característica		

Fuente: Cano, S. (2016)

### Actividad grupal (3 estudiantes)

Seleccionen 3 objetos del salón a los cuales se les midieron la masa en la actividad de motivación. Registre en la siguiente tabla el nombre de cada objeto, su masa y calcule su peso multiplicando por el valor de la gravedad (de la Tierra:  $9,8 \text{ m/s}^2$ ). Tener en cuenta que la masa debe estar en kg. Observen el ejemplo de cómo calcular el peso de un objeto.

*Un borrador tiene una masa de 5 gramos. ¿Cuál será su masa en kilogramos? y ¿Cuál será su peso si la gravedad en la tierra se toma como aproximadamente  $g=9,8 \text{ m/s}^2$ ?*

- Masa  $5 \text{ g} = 0,005 \text{ kg}$  (Convertir gramos a kilogramos)
- Y el peso en la Tierra será

$$\text{Peso} = \text{masa del objeto (kg)} * \text{gravedad m/s}^2$$

$$\text{Peso} = 0,005 \text{ kg} \times 9,8 \text{ m/s}^2$$

El peso del borrador es  $\text{Peso} = 0,049 \text{ Newton}$

**Tabla N°16.** Tabla para registrar los datos

Objeto	Masa en gramos	Masa en Kilogramos	Peso en Newton
Borrador	5	0,005	0,049

Tomado y adaptado de Sánchez Londoño, (2012): [http://www.bdigital.unal.edu.co/6899/7/98550661\\_2012\\_3.pdf](http://www.bdigital.unal.edu.co/6899/7/98550661_2012_3.pdf)

¿Qué conclusión se obtiene a partir de los resultados anteriores entre masa y peso?

---

---

---



## ACTIVIDADES DE PRÁCTICA (MATERIALIZADA Y VERBAL)

### EXPERIMENTEMOS CON LA MASA

Objetivo: medir la masa en diferentes estados de la materia empleando instrumentos y unidades de medida apropiados.

#### Experiencia N° 1

##### Materiales

2 barras de plastilina del mismo tamaño

Una balanza

##### Procedimiento

Moldea dos bolas de plastilina del mismo tamaño y mide la masa de cada una de ellas en la balanza. Anota los valores respectivos.

- Moldea cada bola de plastilina de la forma que desees y nuevamente vuelve a medir la masa en la balanza. Anota los valores.
- Realiza una tabla con los datos y responde:

¿Ha cambiado la masa de cada trozo de plastilina al cambiarle la forma?

---

¿Por qué? \_\_\_\_\_

## **Experiencia N°2**

### Materiales

2 botellas plásticas pequeñas del mismo tamaño y volumen

Un pocillo de azúcar

Un pocillo de harina

Una balanza

Una regla

### Procedimiento

- Mida el mismo nivel de altura con una regla para ambas botellas y ponga una marca.
- Adicione azúcar a una botella hasta la marca hecha y a la otra botella agregue harina.
- Mida en la balanza, la masa de cada botella por separado y anote los valores obtenidos.
- Realiza una tabla con los datos y responde:

¿Los valores de masa son iguales o diferentes? \_\_\_\_\_

¿Por qué?

---

---

### **Experiencia 3**

#### Materiales

Una jeringa sin aguja

Dos vasos plásticos

Aceite

Agua

Una balanza

#### Procedimiento

- Adicione 5 ml de agua a uno de los vasos y al otro adicione 5 ml de aceite.
- Mida en la balanza, la masa de cada vaso con el líquido y anote los valores.
- Realiza una tabla con los datos y responde:

¿Los valores de masa son iguales o diferentes? \_\_\_\_\_

¿Por qué?

---

---

¿Cómo crees que podría saberse la masa del agua y del aceite?

---

---

---

Comprueba lo que escribiste en la pregunta anterior y registra los valores en una tabla.

#### **Experiencia 4**

##### Materiales

2 globos o bombas grandes

Una balanza

##### Procedimiento

1. Medir en la balanza la masa de ambos globos desinflados y registrar el valor.
2. Inflar ambos globos y luego medir su masa en la balanza. Registrar el valor.

¿Los valores de masa son iguales o diferentes? \_\_\_\_\_

¿Por qué?

---

---

¿Cómo crees que podría saberse la masa del aire de uno de los globos?

---

---

---

Comprueba lo que escribiste en la pregunta anterior y registra los valores en una tabla.

### Actividad grupal (3 estudiantes)

En hojas de bloc describan paso a paso con ayuda de dibujos y texto lo siguiente:

- a. Procedimiento para medir la masa de un sólido
- b. Procedimiento para medir la masa de un líquido



## ACTIVIDADES DE APLICACIÓN (ETAPA MENTAL)

### Actividad individual (situaciones problema)

Desarrolla las siguientes situaciones

1. Laura debe averiguar cuánto pesa un litro de gaseosa; tiene los pasos que debe seguir pero están en desorden. Ayúdale a ordenarlos en la secuencia correcta:
  - a. Se mide la masa del recipiente vacío. \_\_\_\_\_
  - b. Se resta el valor de la masa del envase vacío al valor de la masa del líquido en su envase.  
\_\_\_\_\_
  - c. Se mide la masa del líquido en su recipiente. \_\_\_\_\_
  - d. Esta diferencia corresponde al valor de la masa del líquido. \_\_\_\_\_

Las preguntas 2, 3, 4, 5, 6 y 7 con imágenes fueron tomadas de: (Camacho Machín, García Déniz, Hernández Domínguez, Noda Herrera, & Socas Robayna, 2003).

2. Completa indicando si pesa menos, más o igual:
  - a. El pupitre pesa \_\_\_\_\_ que tú.
  - b. El libro de matemáticas pesa \_\_\_\_\_ que dos cuadernos.

- c. Unas tijeras pesan \_\_\_\_\_ que un borrador.
- d. La mochila llena de libros pesa \_\_\_\_\_ que el pantalón del uniforme.
- e. Una almendra pesa \_\_\_\_\_ que un plátano.
3. Observa las imágenes



**Caja fuerte de plástico**



**Caja fuerte de hierro**

**Fig. 26.** Caja fuerte de plástico y caja fuerte de hierro

¿Tienen el mismo tamaño las dos cajas? \_\_\_\_\_

¿Cuál de las dos tiene más masa? ¿Por qué?

---



---

4. Observas las dos bolas de boliche.



**Boliche de plomo**



**Boliche de cristal**

**Fig. 27.** Boliche de plomo y boliche de cristal

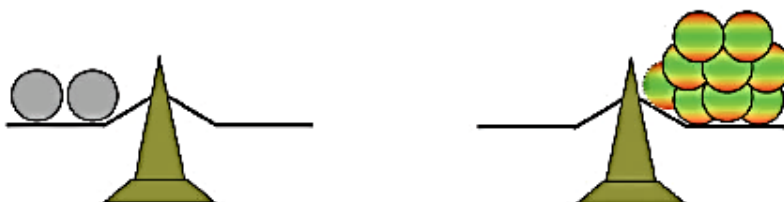
Tenemos boliches de plomo y de cristal. Un boliche de plomo pesa lo mismo que tres boliches de cristal.



**Fig. 28.** Balanza con boliche de plomo y de cristal

Completar:

¿Cuántos boliches tenemos que añadir para equilibrar las balanzas?



**Fig. 29.** Balanzas con boliches de plomo y de cristal

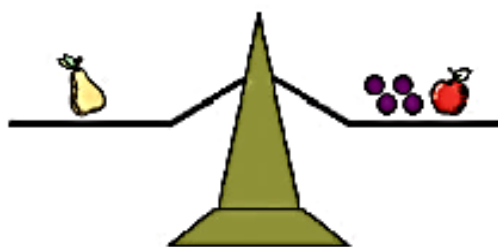
Dos boliches de plomo pesan lo mismo que \_\_\_\_\_ boliches de cristal.

Nueve boliches de cristal pesan lo mismo que \_\_\_\_\_ boliches de plomo.

5. Observa las balanzas



La balanza está en equilibrio



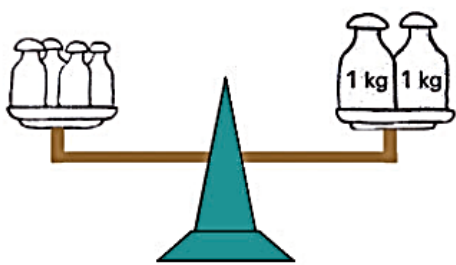
Así también



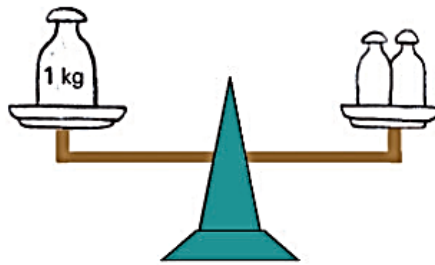
**Fig. 30.** Balanzas en equilibrio con frutas

¿Cuántas bolitas equilibran la balanza? \_\_\_\_\_

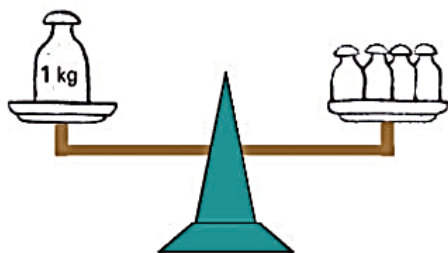
6. Las balanzas están en equilibrio. Indica el valor de cada pesa.



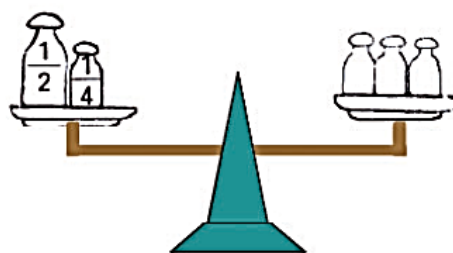
\_\_\_\_\_



\_\_\_\_\_



\_\_\_\_\_



\_\_\_\_\_

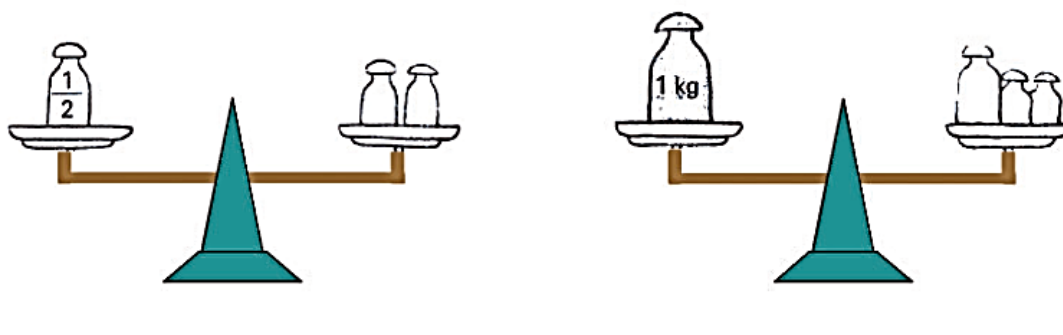
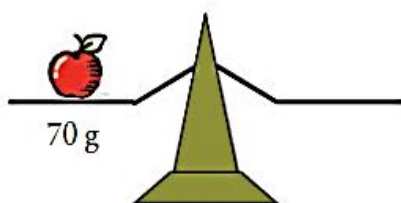


Fig. 31. Balanzas en equilibrio con pesas

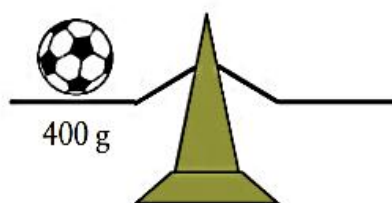
7. Equilibra las balanzas utilizando pesas como éstas:



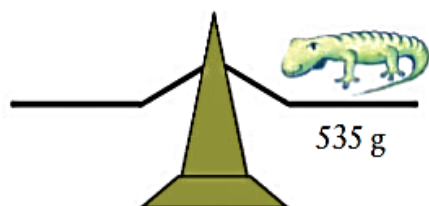
1)



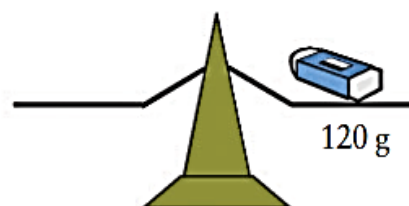
2)



3)



4)



5)



6)



**Fig. 32.** Balanzas con diferentes masas y objetos

### Actividades de profundización

1. Investiga con tus familiares el nombre de 3 lugares donde se emplee la balanza para medir la masa de objetos o productos y cuál es el beneficio o la utilidad.
2. Con ayuda de tu familia investiga los diferentes instrumentos para medir la masa. Pega láminas de cada una y realiza una descripción sencilla de cada instrumento.
3. Construye una balanza sencilla con elementos caseros y compara la masa de 5 objetos pequeños que haya en tu casa con una unidad de medida que escojas, por ejemplo arvejas, tuercas, fríjoles, etc., y completa una tabla como la siguiente:

**Tabla N°17.** Consignación de datos de las masas de diferentes elementos casero

Objeto	Cantidad de unidades (arvejas, fríjoles, tuercas, etc )

## Bibliografía

- Aguja Malambo, A., Lozano Valdez, M. del P., & Ortiz Poloche, R. (2014). Unidad Didáctica Matemáticas grado tercero. Recuperado el 23 de enero de 2017, a partir de <http://www.calameo.com/read/004062125141bc0568861>
- Camacho Machín, M., García Déniz, M., Hernández Domínguez, J., Noda Herrera, M. A., & Socas Robayna, M. M. (2003). *La medida en la educación primaria* (1a ed.). Canarias: Cuadernos de Aula.
- Sánchez Londoño, E. D. (2012). *Proyecto experimental tendiente a mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje de la mecánica newtoniana en la escuela primaria* (Tesis de Maestría). Universidad Nacional de Colombia, Medellín. Recuperado a partir de <http://www.bdigital.unal.edu.co/6899/>
- Verdugo Fabiani, H. G. (s/f). La Reina masa y el señor peso. Recuperado a partir de <http://www.librosmaravillosos.com/cuentosdidacticos/cuento02.html>.



®

ORDEN RELIGIOSA DE LAS ESCUELAS PÍAS  
 PADRES ESCOLAPIOS  
 COLEGIO CALASANZ PEREIRA  
 DEPARTAMENTO DE CIENCIAS NATURALES Y EDUCACIÓN AMBIENTAL  
 GRADO QUINTO



MAESTRÍA EN ENSEÑANZA DE LAS  
 CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES

## GUÍA: EL VOLUMEN

### Indicadores de desempeño

- Explica el concepto de volumen y capacidad y reconoce sus unidades.
- Identifica y manipula adecuadamente instrumentos de medida del volumen.
- Aplica correctamente el concepto de volumen en diferentes situaciones.



### ACTIVIDADES DE MOTIVACIÓN (VIVENCIAS)

- Emplear varias barras de plastilina de colores diferentes y el del mismo tamaño, con cada una formar diferentes figuras.
- Observar 3 objetos del salón de clase.

### Preguntas previas:

- ¿Cuál de las figuras ocupa más espacio?
- ¿Qué entiendes por volumen?
- ¿Cómo averiguarías el volumen de las figuras?

- d. ¿Cómo se puede medir el volumen de los objetos del salón de clase?
- e. ¿Para qué sirve conocer el volumen de los objetos?
- f. ¿Cuál es la principal unidad de volumen?
- Pondremos sobre la mesa diferentes recipientes con cantidades de líquido diferente
- a. ¿Cómo averiguarías el volumen de cada uno de los líquidos?
- b. ¿Cuáles instrumentos conoces para medir el volumen de un líquido?
- c. ¿Cómo se puede saber cuánto puede contener o guardar un recipiente?
- d. ¿Qué entiendes por capacidad de un objeto?
- e. ¿Cuál es la principal unidad de capacidad?

Tomado y adaptado de: (Aguja Malambo et al., 2014). <http://es.calameo.com/read/004062125141bc0568861>

# B

## ACTIVIDADES DE FUNDAMENTACIÓN (BOA)

### ACTIVIDAD INDIVIDUAL

Lee con mucha atención lo siguiente

#### ¿QUÉ ES EL VOLUMEN Y LA CAPACIDAD?

**El volumen:** el volumen de un objeto es el espacio que él ocupa. Para medirlo utilizamos como unidad principal el metro cúbico ( $m^3$ ), que es el volumen que ocupa un cubo cuyo lado mide 1 metro. Aunque como esta unidad es bastante grande, con frecuencia usamos otras unidades más pequeñas, sus submúltiplos, en especial el decímetro cúbico ( $dm^3$ ) y el centímetro cúbico ( $cm^3$ ).

Fuente: <http://www.taringa.net/posts/info/2894147/Materia-y-energia.html>

A continuación vemos otras unidades de volumen.

**Tabla N°18.** Unidades de volumen

Kilómetro cúbico	Hectómetro cúbico	Decámetro cúbico	Metro cúbico	Decímetro cúbico	Centímetro cúbico	Milímetro cúbico
km <sup>3</sup>	hm <sup>3</sup>	dam <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	dm <sup>3</sup>	cm <sup>3</sup>	mm <sup>3</sup>

Unidades de volumen tomadas de: <http://www.mauriciocontreras.es/MATE2ESO/TEMA%203.pdf>

**La capacidad:** indica cuánto de una sustancia u objeto puede contener o guardar un recipiente. De esta manera podemos averiguar la cantidad de agua que cabe en una botella y la cantidad de yogurt que cabe en una jarra, etc. La unidad principal de medida se expresa en litros (l).

Hay que tener en cuenta que todos los objetos tienen volumen, pero no a todos se les puede medir la capacidad porque no todos son recipientes. Por ejemplo, una piedra, un lápiz y un borrador tienen volumen, pero no tienen capacidad porque no son recipientes. En cambio una botella y una jarra además de tener volumen, también tienen capacidad. A continuación vemos otras unidades de capacidad.

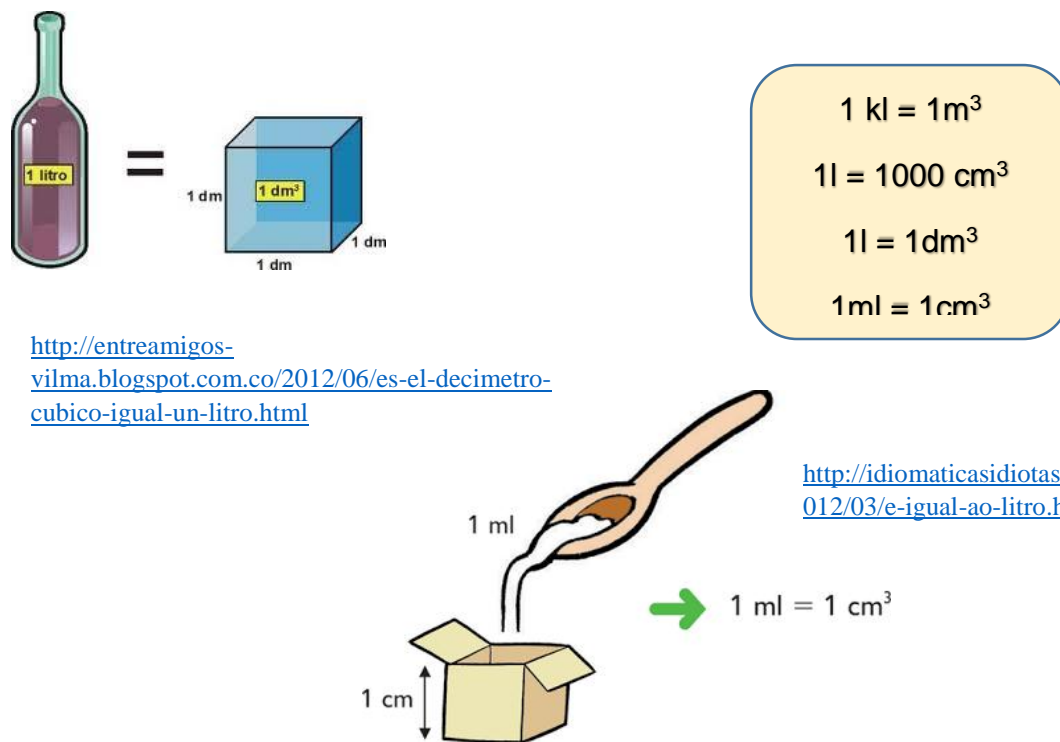
**Tabla N° 19.** Unidades de capacidad

Kilolitro	Hectolitro	Decalitro	Litro	Decilitro	Centilitro	Mililitro
Kl	hl	dal	l	dl	cl	ml

Unidades de capacidad tomadas de: <http://www.mauriciocontreras.es/MATE2ESO/TEMA%203.pdf>

### Equivalencia entre capacidad y volumen

El volumen y la capacidad están relacionados, al igual que sus unidades de medida, así:



**Fig. 33.** Equivalencia entre volumen y capacidad

### ¿Cómo conocer el volumen de un cuerpo o sustancia?

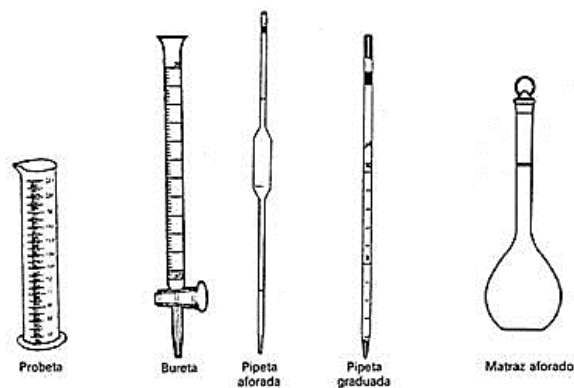
El procedimiento a seguir para medir el volumen de un objeto dependerá del estado en que se encuentre: gaseoso, líquido o sólido.

**Gaseosos:** en el caso de nubes gaseosas el volumen varía considerablemente según la temperatura y presión; también depende de si está o no contenido en un recipiente y, si lo está, adoptará la forma y el tamaño de dicho recipiente, en este caso, el volumen del gas será el volumen del recipiente. Si la masa gaseosa está disuelta en la atmósfera, es difícil precisar qué se entiende por volumen.

**Líquidos:** para medir el volumen de un líquido, se emplean diversos recipientes graduados, dependiendo de la exactitud con la que se desee conocer dicho volumen.

Fuente: <https://es.scribd.com/document/19286773/Volumen-1>

A continuación se observan algunos recipientes graduados de uso en el laboratorio.



<http://lascumbresprofundizaaguas.blogspot.com.co/2013/04/sesion-2-operaciones-basicas-en-el.html>

**Fig. 34.** Instrumentos volumétricos

**Sólidos regulares:** algunos sólidos tienen formas sencillas y su volumen puede calcularse con base a la geometría, es decir con fórmulas. Por ejemplo, el volumen de un sólido puede calcularse aplicando conocimiento que proviene de la geometría; midiendo sus dimensiones, y aplicando una fórmula adecuada. Tomado de: <https://es.scribd.com/document/19286773/Volumen-1>



Imágenes tomadas de google imágenes

**Fig. 35.** Sólidos regulares

**Sólidos irregulares:** si un sólido tiene una forma a la que NO es posible aplicar alguna fórmula conocida, se pueden aplicar otros procedimientos como el DESPLAZAMIENTO DE AGUA provocado por un cuerpo al sumergirlo en un recipiente con agua.

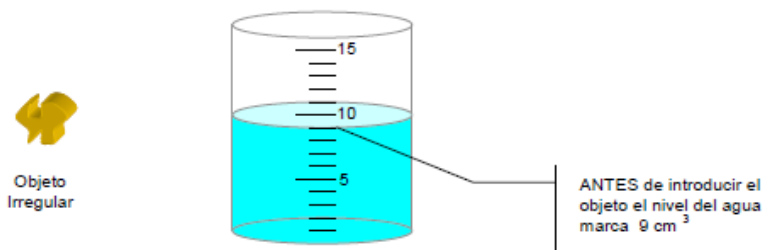
Cuando un sólido no tiene una forma geométrica que permita determinar por cálculo su volumen, se mide éste directamente. El procedimiento se le atribuye a ARQUÍMEDES, un sabio griego del siglo III antes de Cristo.

Supongamos que se desea saber el volumen de una piedra pequeña. Por lo general las piedras tienen una forma muy irregular, por lo que es muy difícil calcular su volumen comparándolo con un cubo unidad. En estos casos se calcula su volumen por desplazamiento de agua.

En un recipiente graduado vertemos un líquido y, a continuación, sumergimos en el sólido cuyo volumen deseamos conocer. El aumento de nivel del líquido nos permitirá, por sustracción, determinar el volumen del sólido. Normalmente el líquido empleado será agua, pero si el sólido se disuelve en ella (por ejemplo la sal o el azúcar) usaremos otro líquido que no disuelva al sólido.

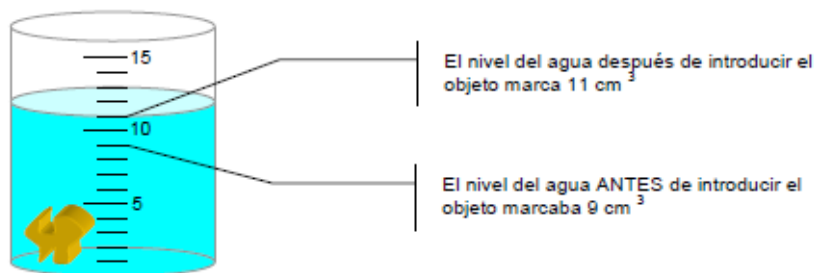
El siguiente diagrama muestra un objeto irregular y un recipiente con 9 centímetros cúbicos de agua. La cantidad de agua debe ser la suficiente para que el objeto pueda ser sumergido en ella.

Se introduce el objeto en el recipiente y se mide el desplazamiento de agua que provocó:



**Fig. 36.** Medida de volumen 1

Al introducir el objeto al recipiente el agua subió su nivel marcando un volumen de  $11 \text{ cm}^3$ . Antes de introducirlo el volumen del agua marcaba  $9 \text{ cm}^3$  por lo que la diferencia de volumen se debe al objeto.



**Fig. 37.** Medida de volumen 2

El volumen del objeto se obtiene restando el volumen del agua, con el objeto, menos el volumen del agua sin el objeto:

$$\text{Volumen} = 11 \text{ cm}^3 - 9 \text{ cm}^3 = 2 \text{ cm}^3$$

Por lo tanto el objeto tiene un volumen de 2 cm<sup>3</sup>.

Este método es bastante sencillo, pero es útil sólo para objetos pequeños que no absorben el líquido en el que son sumergidos.

Fuente de sólidos irregulares: <http://www.ewp.rpi.edu/hartford/~ernesto/Juanka/Repaso-Mate-Quimica/Matematicas/Documentos/Volumen%201.pdf>

Con base en la información anterior completa la tabla

**Tabla N° 20.** Recolección de información

CONCEPTO	VOLUMEN	CAPACIDAD
Definición		
Unidades de medida		
¿Cómo se mide o calcula?		

Fuente: propia

**ACTIVIDADES DE PRÁCTICA (MATERIALIZADA Y VERBAL)****EXPERIMENTEMOS CON EL VOLUMEN**

Objetivo: medir el volumen y la capacidad de diferentes cuerpos haciendo uso de unidades no convencionales y convencionales.

**(Percepción)****Experiencia N°1**Materiales

Vasos de diferentes tamaños, botellas, borrador, libro, limón y cuaderno.

Procedimiento

- Observa cada uno de los objetos y pálpalos con tus manos.
- Clasifica los objetos en dos grupos teniendo en cuenta algún criterio.
- Realiza una tabla con la clasificación de los objetos y explica por qué los clasificaste de esa manera.

**(Comparación)****Experiencia N° 1**Materiales

Agua

Recipiente de plástico en forma poliédrica

Un vaso cilíndrico o en forma de tubo

Procedimiento

- Observa ambos recipientes y escribe en cuál de ellos crees que cabe más cantidad de agua  
\_\_\_\_\_ ¿Por qué?  
\_\_\_\_\_
- Toma el vaso en forma de tubo y echa agua hasta el borde, luego transvasa la cantidad de agua en el recipiente de plástico. ¿Qué ha ocurrido?  
\_\_\_\_\_
- Después de realizar la experiencia anterior, responde: ¿A cuál recipiente le cabe más agua?  
\_\_\_\_\_
- ¿La forma de un recipiente tiene que ver con la capacidad de líquido que puede contener?  
\_\_\_\_\_

**(Comparación)**

**Experiencia N°2**

Materiales

3 vasos transparentes del mismo tamaño

Agua

Procedimiento

- Deposita en cada uno de los vasos la misma medida de agua.
- Cada uno de los integrantes toma un sorbo de agua de uno de los vasos.
- ¿Cuál compañero bebió más cantidad de agua? \_\_\_\_\_ ¿Cómo lo has averiguado? \_\_\_\_\_

**(Comparación)****Experiencia N° 3**Materiales

Una canica

Una bola de plastilina del mismo tamaño de la canica

2 vasos transparentes con el mismo nivel de agua

Procedimiento

- Observa la esfera de cristal (canica) y la esfera de plastilina y tómalas en la mano ¿Cuál se siente más pesada? \_\_\_\_\_ ¿Cuál de los dos crees que ocupa más espacio?  
\_\_\_\_\_
- Deposita cada una de las esferas en cada uno de los vasos con agua y observa lo que ocurre. ¿Qué pasó con el nivel del agua después de introducidas las esferas? \_\_\_\_\_
- ¿El espacio que ocupan las esferas es igual o diferente? \_\_\_\_\_ ¿Por qué?  
\_\_\_\_\_
- Toma la esfera de plastilina y moldéala para darle otra forma.
- Vuelve a introducir la figura de plastilina en el vaso con el agua y observa lo que ocurre. ¿Qué paso con el nivel de agua después de introducir la figura? \_\_\_\_\_ ¿es igual o diferente al nivel de agua desplazado con la esfera de plastilina?  
\_\_\_\_\_ ¿Por qué?  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**(Comparación)****Experiencia N°4**Materiales

Una piedra, una canica y un borrador

Un recipiente transparente con agua

Tres marcadores de diferente color

Procedimiento

- a. Observa los tres objetos y ordénalos de mayor a menor volumen. Anota el orden

\_\_\_\_\_

- b. Toma el recipiente transparente con agua y marca el nivel de agua.

- c. Agrega la piedra al recipiente con agua ¿Qué ocurre con el nivel de agua?

\_\_\_\_\_ marca el nivel de agua desplazado y saca la piedra del recipiente.

- d. Repite el mismo procedimiento b y c para el borrador y la canica. Para marcar el nivel de agua alcanzado por cada objeto, utiliza un color de marcador diferente.

- e. ¿Cuál de los tres objetos tiene más volumen? ¿Por qué?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**(Medida y unidades)****Experiencia N° 1**Materiales

Una caja de tetrapack

Una botella plástica pequeña transparente

Una lata de gaseosa

Una jeringa o una probeta

Dos vasos plásticos pequeños de diferente tamaño marcados como A y B

Agua

### Procedimiento

Los puntos a, b, c y d fueron adaptados de:

<http://ayura.udea.edu.co:8080/jspui/bitstream/123456789/1136/1/JC0206.pdf>

a. Observa la caja tetrapack, la botella plástica y la lata de gaseosa. ¿En cuáles de ellos cabe más agua? \_\_\_\_\_ ¿Por qué?

---

b. Toma la caja de tetrapack y llénala de agua, primero con el vaso A y luego con el vaso B. ¿Cuántos vasos A y cuántos vasos B fueron necesarios para llenar la caja de agua?

---

---

c. Toma la botella plástica y llénala de agua, primero con el vaso A y luego con el vaso B. ¿Cuántos vasos A y cuántos vasos B fueron necesarios para llenar la botella?

---

---

d. Toma la lata de gaseosa y llénala de agua, primero con el vaso A y luego con el vaso B. ¿Cuántos vasos A y cuántos vasos B fueron necesarios para llenar la lata de gaseosa?

---



---

e. Utilice una jeringa o probeta para saber cuántos ml de agua caben en el vaso A y en el vaso B.

Con estos valores calcule la cantidad de ml que caben en cada recipiente.

f. Completa la siguiente tabla con los resultados obtenidos.

**Tabla N° 21. Resultados**

Recipiente	Unidad de medida (vaso A o B)	Cantidad de unidades	ml de agua que cabren en el recipiente
Caja tetrapack			
Botella plástica			
Lata de gaseosa			

g. Para cada uno de los recipientes ¿cuál fue la unidad de medida más precisa?

- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_

h. Ordena los recipientes de mayor a menor capacidad

\_\_\_\_\_

i. ¿Qué unidades tiene cada recipiente en la etiqueta? Según estas unidades ¿qué se está midiendo, volumen o capacidad?

- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_

**(Sistema de medida e instrumentos de medida)**

Tomado y adaptado de: <http://ayura.udea.edu.co:8080/jspui/bitstream/123456789/1136/1/JC0206.pdf>

<http://200.24.17.68:8080/jspui/bitstream/123456789/1136/1/JC0206.pdf>

**Experiencia N° 1**Materiales

1 cubo de 1cm de arista

1 cubo de 1 dm de arista

Una botella plástica de 1L

Arena o agua para llenar la botella

Procedimiento

- a. Llena la botella de 1L con arena o con agua y deposita este contenido en el cubo de 1 dm de arista. ¿Qué conclusión puedes sacar?

\_\_\_\_\_

- b. Tomar el cubo de 1dm de arista y el cubo de 1cm de arista. ¿Cuántos cubos de 1cm de arista caben en el cubo de 1dm de arista?

\_\_\_\_\_

- c. Responde: ¿cuántos  $\text{cm}^3$  tiene 1  $\text{dm}^3$ ? ¿Cuántos litros caben en un cubo de 1dm de arista?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

- d. Tomar la botella y llenarla de agua. Luego dividir la cantidad en dos partes iguales. ¿a qué cantidad corresponde cada medida? \_\_\_\_\_

Dividir en 4 partes iguales la cantidad de la botella de 1L ¿a qué cantidad corresponde cada medida? \_\_\_\_\_

**(Sistema de medida e instrumentos de medida)**

**Experiencia N°2**

Materiales

Jeringa sin aguja

Cuchara pequeña metálica

Cuchara grande metálica

Botella de 1L

Beaker 250 ml

Probeta

Agua

Procedimiento

- a. Llena la cuchara pequeña con agua, luego mida con la jeringa cuántos ml contiene esta.  
\_\_\_\_\_
- b. Llena la cuchara grande con agua, luego mida con la jeringa cuántos ml contiene esta.  
\_\_\_\_\_
- c. ¿Cuántas cucharas de las grandes serán necesarias para completar 50 ml de agua en la probeta?  
\_\_\_\_\_ compruebe lo escrito anteriormente realizando la medición.
- d. ¿Cuántas cucharas de las pequeñas serán necesarias para completar 50 ml de agua en la probeta? \_\_\_\_\_ compruebe lo escrito anteriormente realizando la medición.

- e. Mide 250 ml de agua en el beaker y luego deposita esta cantidad de agua en la botella. ¿Cuántos beakers más, de esta misma medida, requieres para completar la capacidad de 1L que tiene la botella? \_\_\_\_\_
- f. Realiza una tabla donde muestre las diferentes medidas tomadas.

### **(Sistema de medida e instrumentos de medida)**

### **Experiencia N°3**

#### Materiales

Una regla

Una caja de fósforos

Un libro

#### Procedimiento

- a. Con la regla mide las dimensiones largo, ancho y alto de la caja de fósforos y del libro.

Encuentre el volumen de cada uno.

Volumen de la caja de fósforos: \_\_\_\_\_

Volumen del libro: \_\_\_\_\_

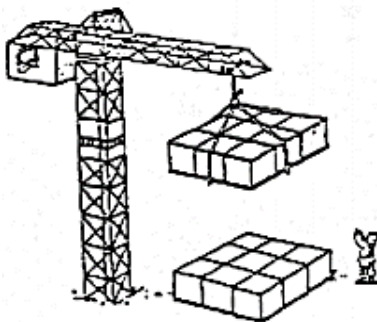


## **ACTIVIDADES DE APLICACIÓN (ETAPA MENTAL)**

### **ACTIVIDAD INDIVIDUAL (situaciones problema)**

Las preguntas 1 y 2 fueron tomadas de: Camacho Machín, M., García Déniz, M., Hernández Domínguez, J., Noda Herrera, M. A., & Socas Robayna, M. M. (2003). *La medida en la Educación Primaria*. Canarias: Cuadernos de Aula.

1. El hombre de la figura 1 está amontonando cajas. Cada capa del montón lleva nueve cajas.

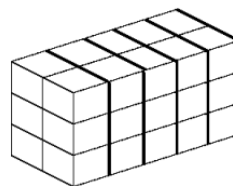


**Fig. 38.** Grúa con cajas

Con dos capas, ¿cuántas cajas tenemos? \_\_\_\_\_

¿Y con tres? ¿Y con cuatro?

\_\_\_\_\_



2. Observa la figura y responde:

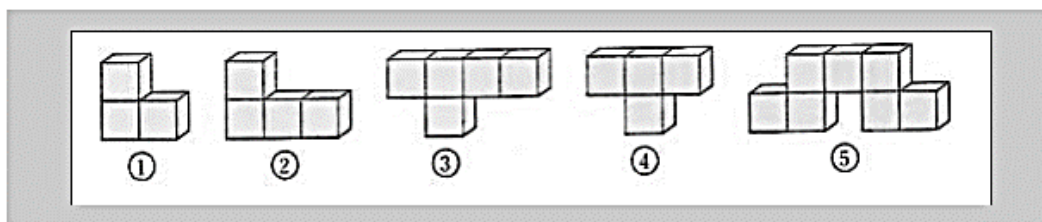
¿Cuántas cajas hay en cada capa? \_\_\_\_\_

**Fig. 39.** Bloque de cajas

¿Cuántas cajas hay en el montón? \_\_\_\_\_

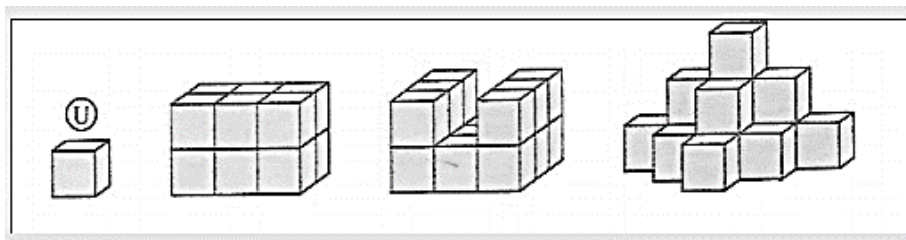
Las preguntas 3 y 4 fueron tomadas de: <http://www.mauriciocontreras.es/MATE2ESO/TEMA%203.pdf>

3. Entre los cuerpos de la siguiente figura determina: a) El que tiene mayor volumen; b) El que tiene menor volumen; c) Los que tienen el mismo volumen.



**Fig. 40.** Figuras con bloques 1

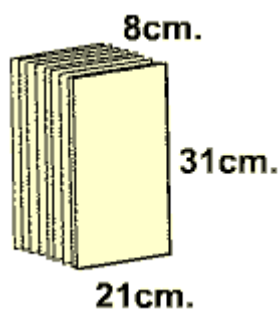
4. Calcula el volumen de cada uno de los siguientes cuerpos tomando el cubo U como unidad de volumen.



**Fig. 41.** Figuras con bloques 2

5. Un bloque de cartones de 21cm. de largo y 31cm. de alto están apilados con un ancho de 8cm. Hallar el volumen del bloque.

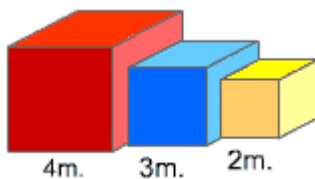
El volumen es: \_\_\_\_\_  $\text{cm}^3$



**Fig. 42.** Bloque de cartones

6. Hallar el volumen del bloque formado por los tres cubos que tienen de aristas 4m., 3m. y 2m.

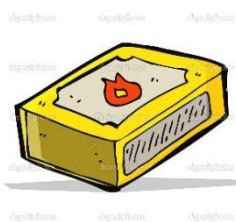
El volumen es: \_\_\_\_\_  $\text{m}^3$



**Fig. 43.** Bloques de volumen diferente

Las preguntas 5 y 6 fueron tomadas de: <http://coleydeporte.blogspot.com.co/2012/05/capacidad-y-volumen-ejercicios-para.html>

7. Calcular el volumen de caja de fósforos de 7cm. de largo, 2.5cm. de alto y 5cm. de ancho.



Tomada y adaptada de:

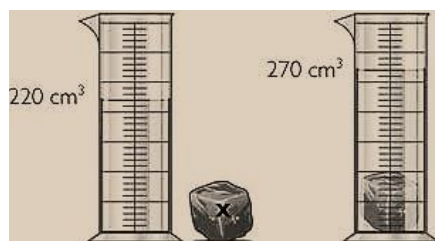
<https://www.matematicasonline.es/Isftic/volumen/ejimprimir/ejimp2.html>

El volumen es: \_\_\_\_\_ cm<sup>3</sup>

Imagen tomada de: <http://mx.depositphotos.com/>

**Fig. 44.** Volumen caja de fósforos

8. En la siguiente imagen se observa la medida del volumen de una piedra ¿Cuál sería el volumen de la piedra?

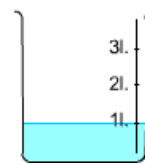
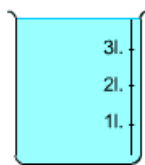
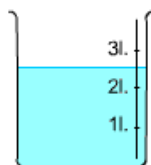


**Volumen:** \_\_\_\_\_

Imagen tomada de <https://actfray.files.wordpress.com/2009/10/densidad-de-un-sc3b3lido-irregular.pdf>

**Fig. 45.** Medida del volumen de una roca

9. Observa las imágenes e indica el volumen del líquido que se muestra en cada una.



\_\_\_\_\_

**Volumen 1**

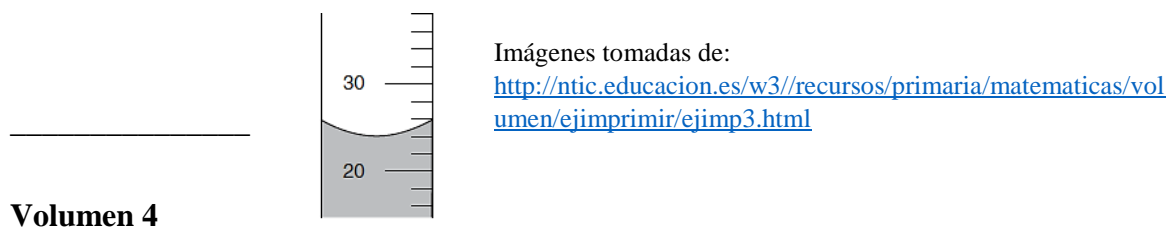
\_\_\_\_\_

**Volumen 2**

\_\_\_\_\_

**Volumen 3**

**Fig. 46.** Volumen de líquido 1



**Fig. 47.** Volumen de un líquido 2

10. Contesta si es verdadero o falso:

- Todos los recipientes que tienen la misma capacidad tienen la misma forma.
- Todos los recipientes que tienen la misma forma tienen la misma capacidad.
- El litro es una medida de capacidad.
- El metro es una medida de capacidad.

Pregunta 10 tomada de: Camacho Machín, M., García Déniz, M., Hernández Domínguez, J., Noda Herrera, M. A., & Socas Robayna, M. M. (2003). *La medida en la Educación Primaria*. Canarias: Cuadernos de Aula

11. Observa lo siguiente:

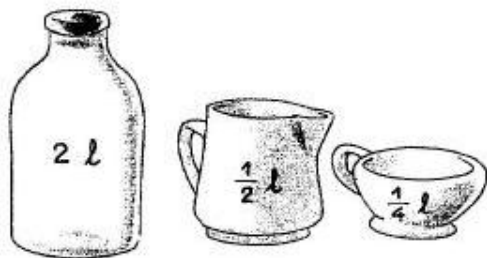


**Fig. 48.** Capacidad de recipientes

Pregunta 11 tomada de: Camacho Machín, M., García Déniz, M., Hernández Domínguez, J., Noda Herrera, M. A., & Socas Robayna, M. M. (2003). *La medida en la Educación Primaria*. Canarias: Cuadernos de Aula

12. Observa la capacidad de los recipientes y contesta:

- ¿Cuántas jarras se pueden llenar con el agua de la botella?
- ¿Cuántas tazas se pueden llenar con el agua de la jarra?
- ¿Cuántas tazas se pueden llenar con el agua de la botella?

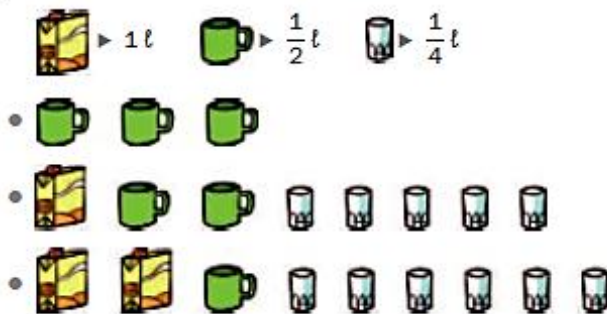


**Fig. 49.** Comparación de la capacidad de recipientes

Pregunta 12 tomada de: (Godino, Batanero, & Roa, 2002).

[https://www.researchgate.net/publication/282281208\\_Medida\\_de\\_magnitudes\\_y\\_su\\_didactica\\_para\\_maestros](https://www.researchgate.net/publication/282281208_Medida_de_magnitudes_y_su_didactica_para_maestros)

13. Cuántos litros hay en cada caso

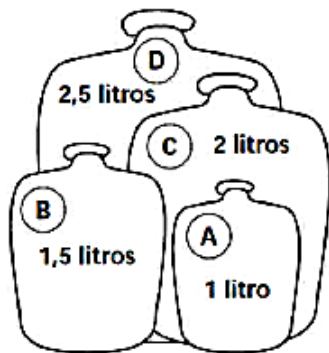


**Fig. 50.** Capacidad de vasos y tazas

Pregunta 13 Tomada de: Texto de Santillana matemáticas de 5º (Hena, García, De la Mata, & Almodóvar, 2009).

[https://fichasparaimprimir.files.wordpress.com/2014/10/5\\_guia\\_matemc3a1tica-santillana.pdf](https://fichasparaimprimir.files.wordpress.com/2014/10/5_guia_matemc3a1tica-santillana.pdf)

14. Un almacén vende recipientes de agua. Observa la capacidad en litros de cada uno de los recipientes y calcula el volumen en centímetros cúbicos de cada uno.



Recipiente A: \_\_\_\_\_

Recipiente B: \_\_\_\_\_

Recipiente C: \_\_\_\_\_

Recipiente D: \_\_\_\_\_

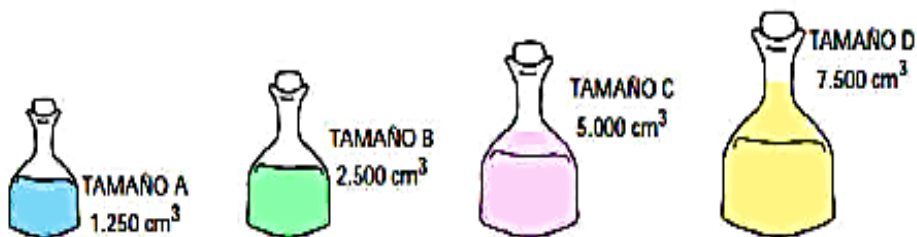
**Fig. 51.** Capacidad de bidones de agua

Pregunta 14 tomada de: (Santillana, s/f.)

[http://www.sectormatematica.cl/basica/santillana/volumen\\_capacidad\\_masa.pdf](http://www.sectormatematica.cl/basica/santillana/volumen_capacidad_masa.pdf)

15. Un laboratorio farmacéutico envasa el alcohol en frascos de cuatro tamaños. Observa el volumen en centímetros cúbicos de cada frasco.

Calcula la capacidad en litros de cada frasco:



**Fig. 52.** Recipientes de tamaños diferentes

a. tamaño a: \_\_\_\_\_

b. tamaño b: \_\_\_\_\_

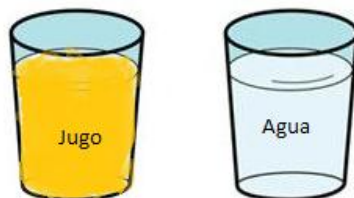
c. tamaño c: \_\_\_\_\_

d. tamaño d: \_\_\_\_\_

Pregunta 15 tomada de: (Santillana, s/f.)

[http://www.sectormatematica.cl/basica/santillana/volumen\\_capacidad\\_masa.pdf](http://www.sectormatematica.cl/basica/santillana/volumen_capacidad_masa.pdf)

16. Si tienes un vaso de jugo de papaya y un vaso de agua del mismo tamaño y con igual cantidad de líquido así como se ve en la figura. ¿Cómo crees que es la masa de ambos líquidos al pesarlos?



Imágenes tomadas de google imágenes

**Fig. 53.** Vasos con diferentes líquidos

IGUAL MASA \_\_\_\_\_ DIFERENTE MASA \_\_\_\_\_

Explica tu respuesta

---



---



---

17. Para los arreglos de navidad, tu mamá quiere hacer dos adornos con el mismo diseño, pero uno de ellos lo quiere rellenar con 500 gramos de algodón y al otro con 500 gramos de bolitas pequeñas de icopor. ¿Cómo crees que sería el volumen de las bolsas de icopor y algodón cuando las compren en la tienda?

DE IGUAL VOLUMEN \_\_\_\_\_ DE VOLUMEN DIFERENTE \_\_\_\_\_

Explica tu respuesta

---

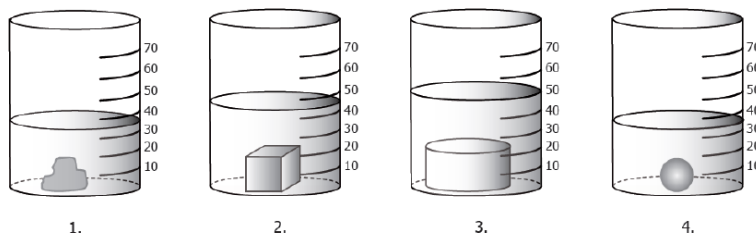


---



---

18. Andrés vierte la misma cantidad de agua en 4 vasos iguales. En cada uno de los vasos mete un objeto que se hunde en el agua hasta el fondo y observa lo siguiente:



**Fig. 54.** Volumen de objetos por desplazamiento de agua

De acuerdo con lo observado en el experimento de Andrés, es correcto afirmar que el objeto con mayor volumen se metió en:

- |      |      |
|------|------|
| a. 1 | c. 3 |
| b. 2 | d. 4 |

Pregunta 18 tomada de: Prueba Saber de Ciencias Naturales 5° (ICFES, 2009)

19. Explica el procedimiento que utilizarías para averiguar el volumen de una piedra (puedes dibujar cada paso).

### Actividades de profundización

1. Seleccionar 5 empaques empleados en casa en distintas actividades (alimentación, limpieza, medicina, etc.) y clasifícalos según su capacidad o volumen.
2. Averigua lo que cuesta una botella de agua, observa la capacidad de agua que posee y anótalos en tu cuaderno. Luego pide a tus papás que te enseñen una factura del servicio de agua y observa la cantidad de  $m^3$  que se consumen en un mes y anota ese valor y conviértelo en litros y mililitros. Después mira en la factura cuánto se cobra por metro cúbico y escribe el valor en

el cuaderno. Finalmente calcula ¿cuánto cobrarían en tu casa por el servicio de agua en un mes si costará lo mismo que el valor de la botella de agua?

- Capacidad de la botella: \_\_\_\_\_
- Valor de la botella de agua: \_\_\_\_\_
- Consumo en  $m^3$  de agua en un mes en tu casa: \_\_\_\_\_
- Consumo en litros y mililitros de agua en un mes en tu casa:  
\_\_\_\_\_
- Valor del metro cúbico de agua en la factura: \_\_\_\_\_
- Valor del consumo de agua en tu casa al costo de una botella de agua: \_\_\_\_\_

## Bibliografía

- Agudelo Dávila, M., Estrada Betancur, E., Posada Medina, L. M., Rodríguez Rave, L. M., Torres Jaramillo, M. C., & Santa Quintero, M. C. (2006). *Situaciones didácticas para la enseñanza del volumen proyecto de práctica profesional*. Recuperado a partir de <http://200.24.17.68:8080/jspui/handle/123456789/1136>
- Aguja Malambo, A., Lozano Valdez, M. del P., & Ortiz Poloche, R. (2014). Unidad Didáctica Matemáticas grado tercero. Recuperado el 23 de enero de 2017, a partir de <http://www.calameo.com/read/004062125141bc0568861>
- Barrera Duarte, D., & Nino Garzón, J. P. (2008). *La construcción del concepto de volumen, en grado quinto, mediante la inmersión y manipulación de policubos* (Tesis de Licenciatura). Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga. Recuperado a partir de [repositorio.uis.edu.co:80/jspui/handle/123456789/7140](http://repositorio.uis.edu.co:80/jspui/handle/123456789/7140)
- Coleydeporte: CAPACIDAD Y VOLUMEN. EJERCICIOS PARA IMPRIMIR. TERCER CICLO PRIMARIA. (2012). Recuperado a partir de <http://coleydeporte.blogspot.com.co/2012/05/capacidad-y-volumen-ejercicios-para.html>
- Contreras del Rincón, M. (2008). Volumen. En *Matemáticas 2º ESO. Educación Secundaria Obligatoria* (Muricio Contreras del Rincón). España. Recuperado a partir de <http://www.mauriciocontreras.es/MATE2ESO/TEMA%203.pdf>
- Del Olmo Romero, M. A., Moreno Carretero, M. F., & Gil Cuadra, F. (1993). *Superficie y volumen: ¿algo más que el trabajo con fórmulas?* España: Síntesis.
- Godino, J. D., Batanero, C., & Roa, R. (2002). *Medida de magnitudes y su didáctica para maestros* (Proyecto Edumat-Maestros Matemáticas y su Didáctica para Maestros). Granada. Recuperado a partir de [https://www.researchgate.net/publication/282281208\\_Medida\\_de\\_magnitudes\\_y\\_su\\_didactica\\_para\\_maestros](https://www.researchgate.net/publication/282281208_Medida_de_magnitudes_y_su_didactica_para_maestros)
- Henao, J. T., García, J. J., De la Mata, M. del M., & Almodóvar, J. A. (2009). *Guía matemáticas 5. Primaria*. España: Santillana. Recuperado a partir de [https://fichasparaimprimir.files.wordpress.com/2014/10/5\\_guia\\_matemc3a1tica-santillana.pdf](https://fichasparaimprimir.files.wordpress.com/2014/10/5_guia_matemc3a1tica-santillana.pdf)
- Santillana. (s/f). Volumen, capacidad y masa. Recuperado a partir de [http://www.sectormatematica.cl/basica/santillana/volumen\\_capacidad\\_masa.pdf](http://www.sectormatematica.cl/basica/santillana/volumen_capacidad_masa.pdf)

Unidad N° 6 Volumen 1. (2010). Recuperado a partir de  
<http://www.ewp.rpi.edu/hartford/~ernesto/Juanka/Repaso-Mate-Quimica/Matematicas/Documentos/Volumen%201.pdf>



®

ORDEN RELIGIOSA DE LAS ESCUELAS PÍAS  
PADRES ESCOLAPIOS  
COLEGIO CALASANZ PEREIRA  
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS NATURALES Y EDUCACIÓN AMBIENTAL  
GRADO QUINTO



MAESTRÍA EN ENSEÑANZA DE LAS  
CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES

## GUÍA: LA TEMPERATURA

### Indicadores de desempeño

- Explica el concepto de temperatura, lo diferencia del calor y reconoce sus unidades.
- Identifica y manipula adecuadamente el termómetro.
- Aplica correctamente el concepto de temperatura en diferentes situaciones.



### ACTIVIDADES DE MOTIVACIÓN (VIVENCIAS)

¿Por qué crees que al tomar con tu mano una cuchara metálica al principio la sientes fría y al rato ya no está así?

¿Por qué se siente frío un vaso de jugo después de ponerlo dentro de la nevera?

¿Qué le ocurre a un helado que dejas sobre un plato por media hora después de sacarlo del congelador? ¿Por qué?

¿Qué sabes acerca de la temperatura?

¿Cómo se puede medir la temperatura?

¿Qué sabes sobre el calor?



## ACTIVIDADES DE FUNDAMENTACIÓN (BOA)

### La temperatura

Un cuerpo o una sustancia están formados por materia. Ésta a su vez está formada por partículas (átomos y moléculas) que están en permanente movimiento. Cuanto más rápido se muevan, mayor será la temperatura del cuerpo o de la sustancia.

La temperatura es, entonces, una variable de estado de la materia relacionada con la *energía cinética promedio de sus partículas*. Es importante destacar que los cuerpos no tienen calor ni frío, sino una determinada temperatura que los caracteriza, y que si esta cambia, pueden modificarse algunas de las propiedades de los cuerpos.

Así pues, si un cuerpo se encuentra a mayor temperatura, lo que indica es que las partículas que lo componen se mueven más deprisa que cuando el mismo cuerpo se encuentra a menor temperatura.

Fuente: <http://cienciasbasicasaplicadas.blogspot.com.co/>

[https://migueljsalvador.files.wordpress.com/2011/10/unidad\\_3\\_el\\_calor\\_y\\_la\\_temperatura.pdf](https://migueljsalvador.files.wordpress.com/2011/10/unidad_3_el_calor_y_la_temperatura.pdf)

### ¿Cómo se mide la temperatura?

Para medir la temperatura utilizamos *el termómetro*. Los termómetros pueden tener distintas escalas que permiten asignar un número a cada estado térmico. Las escalas más empleadas para medir esta magnitud son:

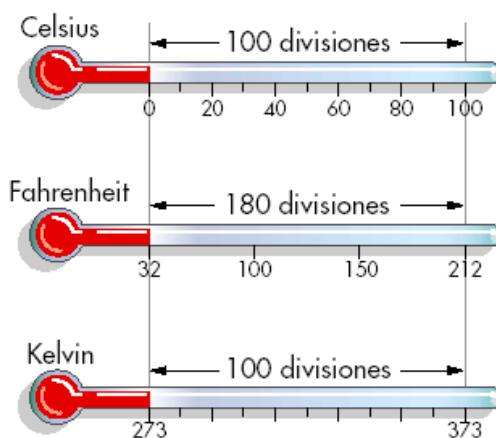
- **Escala Celsius (o centígrada):** fue creada por Anders Celsius (1701-1744). Esta escala asigna el valor 0 ( $0^{\circ}\text{C}$ ) a la temperatura de congelación o fusión del agua y el valor 100 ( $100^{\circ}\text{C}$ ) a la temperatura de ebullición del agua.
- **Escala Kelvin:** fue desarrollada por Lord Kelvin. Sobre la base de la escala Celsius se asigna 273,15 K a la temperatura de fusión del hielo, es decir  $0^{\circ}\text{C}$ , y 373,15 K para la temperatura de ebullición del agua, o sea  $100^{\circ}\text{C}$ . De este modo el 0 K coincide con el  $-273,15^{\circ}\text{C}$ .

El intervalo entre estas dos temperaturas se divide en 100 partes iguales, cada una de las cuales corresponde a 1 grado.

- **Escala Fahrenheit:** fue creada por Gabriel Fahrenheit (1686-1736). Esta escala indica que la temperatura de congelación del agua a presión normal es  $32^{\circ}\text{F}$  y la temperatura de ebullición del agua es a  $212^{\circ}\text{F}$ . Esto indica que la distancia entre los dos puntos es de 180 partes.

Fuente escalas de temperatura: <https://grupo14fisicaquimica.wikispaces.com/file/view/CALOR+Y+TEMP..pdf>

[http://www.quimicaweb.net/grupo\\_trabajo\\_ccnn\\_2/tema3/tema3.htm](http://www.quimicaweb.net/grupo_trabajo_ccnn_2/tema3/tema3.htm)



**Fig. 55.** Escalas de temperatura

Tomada de: <http://mati.naukas.com/2012/04/01/porque-8-no-es-siempre-el-doble-de-cuatro/>

## ¿Qué efectos causa la temperatura?

### La temperatura y la dilatación de los cuerpos

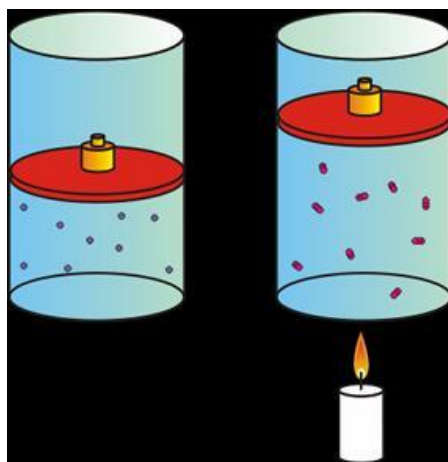
Cuando aumentamos la temperatura de un cuerpo, aumenta también su agitación (movimiento) de sus partículas y cada vez estas partículas están más separadas unas de otras, ocupando más espacio.

Por eso, cuando un cuerpo se calienta, *aumenta su volumen*, es decir, se *dilata*. Por el contrario si se disminuye la temperatura, los cuerpos se contraen.

No solo los sólidos se dilatan, también este fenómeno se da en los líquidos y gases. El aumento de la temperatura del aire hace que aumente su volumen y por lo tanto disminuya su densidad. Las masas de aire caliente tienden a elevarse desplazando las masas de aire de menor temperatura.

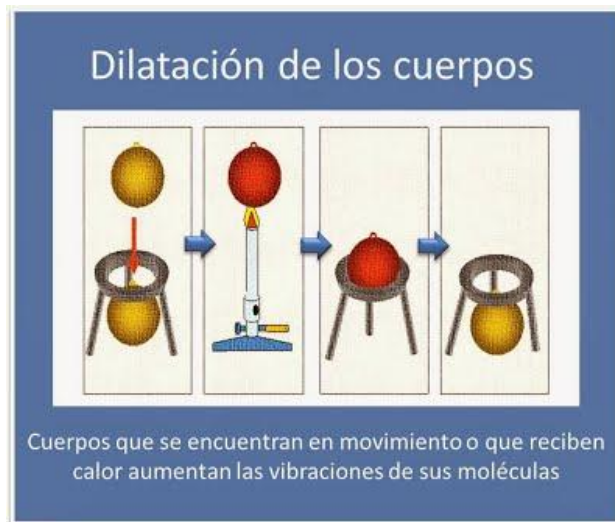
Fuente: [https://migueljsalvador.files.wordpress.com/2011/10/unidad\\_3\\_el\\_calor\\_y\\_la\\_temperatura.pdf](https://migueljsalvador.files.wordpress.com/2011/10/unidad_3_el_calor_y_la_temperatura.pdf)

<https://grupo14fisicaquimica.wikispaces.com/file/view/CALOR+Y+TEMP..pdf>



**Fig. 56.** Dilatación de un gas

Tomada de: <http://elizabethanguiano2c.blogspot.com/>



**Fig. 57.** Dilatación de cuerpos

Tomada de: <https://sites.google.com/site/explorandolmundodelafisica/nucleo-de-pensamiento-cientifico-y-tecnico-desde-la-persona>

## La temperatura y los cambios de estado

Los estados de la materia pueden modificarse por variación de la temperatura.

Por ejemplo, se puede **fundir** hierro si se lleva su temperatura a más de 1500 °C.

Una característica de los líquidos es la relativa libertad de movimiento de sus moléculas. Si se suministra calor a un líquido y se logra aumentar la temperatura, también aumentará el movimiento de sus moléculas, las que pueden escapar de la superficie líquida.

Este proceso que se da en la superficie del líquido se llama **evaporación** y puede ocurrir a cualquier temperatura.

A medida que aumenta la temperatura las moléculas no pueden mantenerse lo suficientemente cerca entre sí para que la sustancia continúe líquida, lo que provoca que las moléculas escapen aún más fácilmente al aire. Este es el fenómeno de **ebullición**, y es conveniente

resaltar que la temperatura en la que este proceso ocurre, llamada *temperatura de ebullición*, se *mantendrá estable* en determinadas condiciones de presión.

Todo este proceso corresponde al cambio de estado denominado *vaporización*.

Cada sustancia tiene su propio punto de ebullición, punto de fusión y punto de solidificación que corresponden a las temperaturas y presiones en que se producen los cambios de estado.

Texto tomado de: <https://grupo14fisicaquimica.wikispaces.com/file/view/CALOR+Y+TEMP..pdf>



**Fig. 58.** Cambios de estado de la materia

Tomada de: <http://www.areciencias.com/la-materia.html>

### ¿Qué es el calor y el equilibrio térmico?

Has experimentado esta sensación cuando te bañas en el mar o en la piscina: cuando te metes en el agua, al principio el agua está muy fría pero, al cabo de un rato, ya no te parece tan fría el agua.

Esto ocurre porque al entrar en contacto tu cuerpo (que está más caliente que el agua) con el agua (que está más fría que tu cuerpo), se van igualando las temperaturas de ambos cuerpos.

El cuerpo que está a **mayor temperatura** (tú mismo) transmite parte de su energía térmica al cuerpo que está a **menor temperatura** (el agua del mar o la piscina) hasta conseguir lo que se llama **equilibrio térmico**.

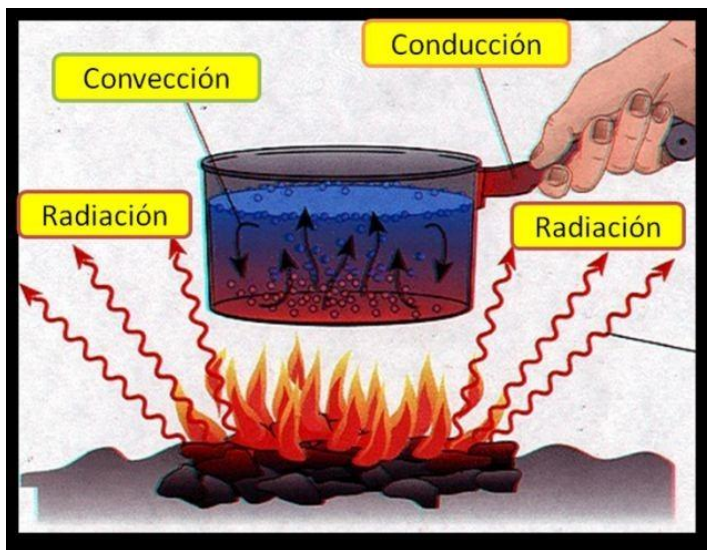
Por todo esto podemos decir que el **calor** es la ***transferencia de energía térmica de un cuerpo que está a mayor temperatura a otro que está a menor temperatura.***

El equilibrio térmico se alcanza cuando se igualan las temperaturas de cuerpos que entran en contacto.

El calor siempre se transfiere de un cuerpo que está a mayor temperatura a otro que está a menor temperatura.

Texto tomado de: [https://migueljsalvador.files.wordpress.com/2011/10/unidad\\_3\\_el\\_calor\\_y\\_la\\_temperatura.pdf](https://migueljsalvador.files.wordpress.com/2011/10/unidad_3_el_calor_y_la_temperatura.pdf)

**¿Cómo se transmite el calor?**



**Fig. 59.** Formas de propagación del calor

Tomada de <http://calorytemperaturapsj.blogspot.com.co/2014/01/transmision-del-calor.html>

La transmisión de energía por diferencia de temperatura entre cuerpos o sistemas que interactúan entre sí se produce a través de diferentes procesos como la conducción, la convección y la radiación.

### **Conducción**

Esta es una forma de propagación del calor en los **sólidos**. Si se coloca un extremo de una cuchara de aluminio en contacto con una hornilla encendida de la cocina rápidamente se nota que el calor se transmite hasta el otro extremo.

En el sector de la cuchara en contacto con el fuego se produce un aumento de la temperatura, que hace que las partículas comiencen a vibrar con mayor energía cinética (energía de movimiento), y esta energía se transfiere a las restantes partículas de la región de menor temperatura.

Esta transferencia de energía sin desplazamiento de materia desde zonas de un cuerpo que se encuentra a *mayor temperatura* a las de *menor temperatura* se denomina conducción.

Algunos materiales presentan la propiedad de ser mejores *conductores* del calor que otros. Los malos conductores del calor se denominan *aislantes*.

Los metales en general son mejores conductores del calor que otros materiales como la madera, el vidrio, el corcho, el icopor, etc.

Es por eso que, por ejemplo, se suele usar madera en los mangos de los utensilios de cocina para minimizar la transferencia de calor y evitar quemaduras en la piel.

### **Convección**

La propagación del calor por convección se da en los **líquidos** y en los **gases**. Es decir cuando calentamos un líquido o un gas en un recipiente, la primera zona en calentarse es la del fondo, por la que parte del líquido o del gas del fondo se dilata y disminuye su densidad y al ocurrir esto

esta parte del líquido o gas asciende por el recipiente y la parte del líquido o gas que estaba encima baja para ocupar el espacio dejado, originándose las llamadas corrientes de convección que van calentando toda la sustancia del recipiente, (Educaycrea, 2014).

Este fenómeno se puede observar también en las capas de aire que rodean la Tierra que provocan cambios climáticos según sus características. Estas masas de aire pueden ser más cálidas en ciertas zonas que en otras, más húmedas (por contener mayor cantidad de vapor de agua), más secas, de mayor o menor presión.

La temperatura del aire puede ser influida por la propiedad de la superficie terrestre, hecho que es muy relevante para algunos estudios meteorológicos.

### **Radiación**

La radiación es la propagación del calor que tiene lugar sin el apoyo de ningún medio material. (Educaycrea, 2014).

Involucran transferencias de energía por medio de ondas electromagnéticas. Así por ejemplo, entre dos antenas se transfiere energía por radiación. Por ejemplo, así es como recibimos el calor procedente de una estufa, un horno, una fogata, etc.

Fuente formas de propagación del calor:

<https://grupo14fisicaquimica.wikispaces.com/file/view/CALOR+Y+TEMP..pdf>

<http://www.educaycrea.com/2014/04/propagacion-del-calor-formas-y-ejemplos/>

### **¿Por qué notamos unos materiales más fríos que otros cuando lo tocamos?**

No todos los materiales conducen el calor de igual forma. La conductividad térmica es una medida de la capacidad de conducir el calor de cada material.

Cuando una persona se encuentra en una habitación cuya temperatura ambiente es, por ejemplo, 20 °C y toca con una mano un cenicero de cobre y con la otra un mantel, tiene la sensación

de que el cenicero está más frío que el mantel (aunque ambos están a la misma temperatura). Esto ocurre dado que como el cobre es un buen conductor térmico, el calor entregado por la mano a la zona de contacto del material se transmite rápidamente al resto del objeto. En cambio, como el mantel no es un buen conductor térmico, cuando se lo toca, la transferencia de calor al resto del material es muy lenta; la temperatura de la zona de contacto aumenta hasta equipararse con la piel y esto da la sensación de estar más caliente.

Fuente: <https://grupo14fisicaquimica.wikispaces.com/file/view/CALOR+Y+TEMP..pdf>

### **Actividad individual**

1. Realice un mapa conceptual donde indique:

La temperatura ¿Qué es? ¿Cómo se mide? Escalas de temperatura, efectos de la temperatura en los cuerpos.

El mapa conceptual lo debes entregar marcado, con buena presentación, letra legible y orden. Se pueden emplear colores para diferenciar las ideas. Estos criterios se tendrán en cuenta para su calificación.



## **ACTIVIDADES DE PRÁCTICA (MATERIALIZADA Y VERBAL)**

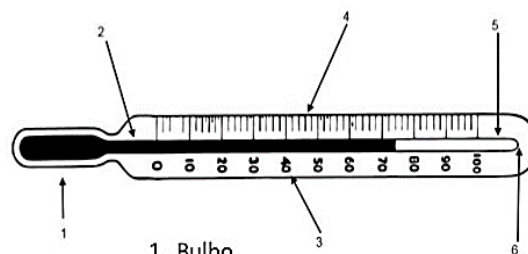
**EXPERIMENTEMOS CON LA TEMPERATURA**

Objetivo: diferenciar los conceptos de temperatura y calor mediante experiencias de laboratorio y utilización de herramientas virtuales.

### Experiencia N°1: conociendo y usando el termómetro

#### Materiales

Un termómetro de vidrio



**Fig. 60.** Partes del termómetro

1. Bulbo
2. Mercurio
3. Escala numérica
4. Graduación
5. Tubo Capilar

Tomada de: <http://www.slideshare.net/alipica/termometro-62057753>

#### Procedimiento

a. Observa el termómetro y responde: ¿Cómo está dividida la escala?

---

b. Observa la imagen e identifica las mismas partes en el termómetro de vidrio.

c. Lee lo que encuentras a continuación:

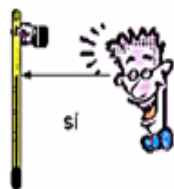
#### *¿Cómo se sujeta el termómetro?*

El termómetro ha de asirse por la parte superior. No se debe tocar el bulbo que contiene el mercurio, pues alteraríamos la medida de la temperatura.



### ¿Cómo se lee la temperatura que marca el termómetro?

Como el volumen del mercurio varía al variar la temperatura, la columna de mercurio que llena parte del capilar alcanzará una altura mayor o menor, según sea la temperatura.



Para la medida de temperaturas inferiores a  $0^{\circ}\text{C}$  o superiores a  $100^{\circ}\text{C}$ , se continúan trazando divisiones del mismo tamaño por debajo de la división cero y por encima de la división 100.

La temperatura que marca el termómetro debe leerse haciendo coincidir, en la misma horizontal, nuestros ojos con el extremo de la columna de mercurio.



¡Nunca debe leerse la temperatura del termómetro mirando desde arriba o desde abajo!, pues alteraría la lectura.

Tomado y modificado de: [http://files.fisica-71.webnode.com.ve/200000015-](http://files.fisica-71.webnode.com.ve/200000015-3dbde3eb82/CaloryTemperatura_1.pdf)

[3dbde3eb82/CaloryTemperatura\\_1.pdf](http://files.fisica-71.webnode.com.ve/200000015-3dbde3eb82/CaloryTemperatura_1.pdf)

**Fig. 61.** Medida del termómetro

d. Observa la temperatura que marca el termómetro desde diferentes ángulos.

- Temperatura mirando desde arriba: \_\_\_\_\_
- Temperatura mirando horizontal: \_\_\_\_\_
- Temperatura mirando desde abajo: \_\_\_\_\_

Tomado y modificado de: [http://files.fisica-71.webnode.com.ve/200000015-3dbde3eb82/CaloryTemperatura\\_1.pdf](http://files.fisica-71.webnode.com.ve/200000015-3dbde3eb82/CaloryTemperatura_1.pdf)

## Experiencia N°2: la temperatura, los objetos, el tacto y el termómetro

### Materiales

Un objeto metálico, uno de madera, uno de plástico y uno de vidrio.

Un termómetro de mercurio

Procedimiento

- a. Ordena los anteriores objetos del más frío al más caliente.

---

El criterio que has seguido se trata de uno de tus sentidos ¿De cuál sentido se trata?

---

¿Cómo crees que es la temperatura de los objetos ordenados?

Igual temperatura ( )

Diferente temperatura ( )

Justifica tu respuesta

---

---

- b. Suponga que los anteriores objetos se dejan sobre el pupitre por varias horas. ¿Esta idea le haría cambiar de opinión sobre la temperatura de los objetos?

Sí ( ) No ( ) ¿Por qué?

---

---

- c. Utiliza el termómetro para registrar la temperatura de cada uno de los objetos.

Realiza una tabla para registrar los datos de la temperatura de cada objeto.

- d. ¿Qué puedes concluir de esta experiencia?

---

---

Tomado y modificado de: [http://files.fisica-71.webnode.com.ve/200000015-3dbde3eb82/CaloryTemperatura\\_1.pdf](http://files.fisica-71.webnode.com.ve/200000015-3dbde3eb82/CaloryTemperatura_1.pdf)

**Experiencia N°3: la temperatura, propiedad intensiva**Materiales

Un termómetro

Dos vasos transparentes (marcados como A y B)

Agua

Probeta

Procedimiento

- a. Adiciona agua de la llave hasta la mitad de cada vaso.
- b. Toma con el termómetro la temperatura del agua de cada vaso y anótala Vaso A:  
\_\_\_\_\_ Vaso B: \_\_\_\_\_
- c. ¿Qué temperatura crees que tenga el agua si mezclas el contenido de ambos vasos en uno solo?  
\_\_\_\_\_
- d. Mezcla el contenido de agua de ambos vasos y registra nuevamente la temperatura ¿Cuál es el valor? \_\_\_\_\_
- e. Agrega 25 ml de agua en el vaso A y 50 ml de agua en el vaso B.
- f. Toma con el termómetro la temperatura de cada vaso y anota los valores: Vaso A:  
\_\_\_\_\_ Vaso B: \_\_\_\_\_
- g. ¿Qué temperatura crees que tenga el agua después de mezclar el contenido de ambos vasos en uno solo? \_\_\_\_\_
- h. Mezcla el contenido de agua de ambos vasos y registra nuevamente la temperatura ¿Cuál es el valor? \_\_\_\_\_

- i. ¿Qué conclusión puedes obtener de las dos experiencias anteriores donde empleaste igual cantidad de agua y luego diferentes cantidades de agua?

---



---

Tomado y modificado de: [http://files.fisica-71.webnode.com.ve/200000015-3dbde3eb82/CaloryTemperatura\\_1.pdf](http://files.fisica-71.webnode.com.ve/200000015-3dbde3eb82/CaloryTemperatura_1.pdf)

### Experiencia N°4: equilibrio térmico

#### Materiales

Cuaderno de apuntes, lápiz

Internet

#### Procedimiento

- a. Visitar el siguiente enlace:

<http://www.librosvivos.net/smtc/homeTC.asp?TemaClave=1062>

- b. Hacer clic a la izquierda donde dice “EL CALOR”
- c. Realiza la primera parte de la lectura y observa bien los dibujos y la temperatura que marca la tartera de comida y los botes de refrescos. Luego responde la pregunta del recuadro así como aparece en la página Web.

Tenemos una tartera con comida muy caliente, y unos botes de refrescos muy fríos **¿Qué ocurrirá si los ponemos en contacto?**



Tu respuesta es:

- d. Dar clic en el cuadro que dice “comenzar” y observa lo que ocurre.

- e. Describe lo que ocurrió.
- f. ¿Tu respuesta fue acertada? SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_
- g. Busca a otros dos compañeros y expliquen ¿por qué la temperatura de la tartera de comida y de los botes quedó igual?
- 
- 
- 
- h. Dar clic en la flecha “**siguiente**” de la parte inferior y luego oprima cada botón marcado con los números de 1 a 5 y escriban en su cuaderno de ciencias naturales cada pregunta con su respectiva respuesta.

### **Experiencia N°5: Dilatación y contracción**

#### Materiales

Cuaderno de apuntes

Internet

#### Procedimiento

- a. Visitar el siguiente enlace:
- <http://www.librosvivos.net/smtc/homeTC.asp?TemaClave=1062>
- b. Hacer clic a la izquierda donde dice “**EL CALOR**” y luego dar dos veces clic a la flecha de la parte inferior derecha que dice “siguiente” y mira que el título diga “**Efectos del calor: contracción y dilatación**”
- c. Realiza la lectura propuesta allí como introducción y luego da clic en “**calentar**” y observa y luego en “**enfriar**”, igualmente observa lo que ocurre.

- d. Responde ¿qué le ocurre a las moléculas de aire dentro del globo, cuando este se calienta? ¿qué ocurre a las moléculas de aire cuando se realiza la acción contraria a calentar?
- e. Da clic en la parte inferior derecha en “**siguiente**” y luego realiza la lectura y analiza el experimento que se presenta allí y responde ¿Qué le ha ocurrido a la bola de metal después del calentamiento?
- f. Para finalizar da clic en la parte inferior derecha en “**siguiente**” y copia las preguntas en tu cuaderno sobre la dilatación y contracción de los cuerpos con su respectiva respuesta.

### **Experiencia N°6: variación de la temperatura**

#### Materiales

Cuaderno de apuntes

Regla, lápiz

Internet

#### Procedimiento

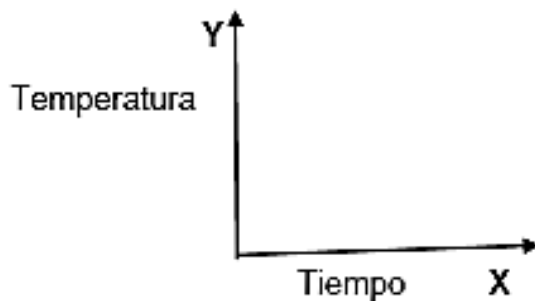
- a. Visitar el siguiente enlace del laboratorio virtual:  
<http://labovirtual.blogspot.com.co/2014/04/curva-de-calentamiento.html>
- b. A continuación vas a ver la simulación sobre cómo cambia la temperatura del agua a medida que transcurre el tiempo. Antes de iniciar con la práctica virtual, seleccione una masa de **100g de agua**, una potencia de la estufa de “**500 W**”, una temperatura de **0°C** y sustancia “**agua**”.
- c. Tenga en cuenta que cada vez que desee anotar datos en la tabla que aparece en la página, debe dar clic en “**anotar datos**”. En este caso se tomarán registros cada 30 segundos y cuando el agua empiece a hervir se toman 4 registros más.

- d. Después de haber seleccionado las variables, puede encender la estufa y observe con atención.
- e. Transcriba los datos obtenidos a una tabla como esta:

**Tabla N° 22.** Recolección de datos obtenidos

Vaso con 100 gramos de agua															
Tiempo en segundos	0	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	360	390	420
Temperatura °C															

- f. Con los datos obtenidos en la tabla construya una gráfica así como la siguiente:



**Fig. 62.** Gráfica de temperatura vs tiempo

- Tenga en cuenta que el tiempo lo divide en: 0s, 30s, 60s, 90s, etc.
  - La temperatura debe tener intervalos iguales, por ejemplo: 0°C, 10°C, 20°C, 30°C, 40°C, etc o de 5 en 5.
- g. Responda las siguientes preguntas:
- ¿Qué ocurrió con la temperatura mientras el hielo se fundía?
  - ¿A qué temperatura empezó a ebullicir el agua?
  - ¿Qué ocurrió con la temperatura después que comenzó la ebullición?

- ¿Qué crees que le pase a la temperatura de ebullición del agua, si en lugar de 100 gramos de agua se ponen 200 gramos de agua? ¿se tardará más o menos tiempo en hervir?
- h. Ahora repita la experiencia con **200 gramos de agua**, seleccionando “**500 W**” de potencia de la estufa y **0°C** de temperatura. Igualmente registrar los datos en la tabla cada 30 segundos.

**Tabla N° 23.** Registro de datos obtenidos.

Vaso con 200 gramos de agua															
Tiempo en segundos	0	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	360	390	420
Temperatura °C															

- i. Luego realice una gráfica de temperatura y tiempo con los datos obtenidos.
- j. Responda las siguientes preguntas:
- ¿A qué temperatura se funde el hielo?
  - ¿A qué temperatura ebulle el agua?
  - ¿Se tardó más o menos tiempo en hervir el agua?
  - ¿Coinciden los resultados con las respuestas dadas en la última pregunta de la experiencia con 100 gramos?
  - ¿Qué semejanzas y diferencias hay entre la experiencia con 100 gramos y la experiencia con 200 gramos de agua?

### **Experiencia N°7: cambios de estado**

#### Materiales

Cuaderno de apuntes

Regla, lápiz

Internet

### Procedimiento

- a. Visitar el siguiente enlace del laboratorio virtual para ver los cambios de estado:  
[http://concurso.cnice.mec.es/cnice2005/63\\_el\\_agua/actividades/activ\\_ag2.html](http://concurso.cnice.mec.es/cnice2005/63_el_agua/actividades/activ_ag2.html)
- b. Observa e identifica cada uno de los materiales del laboratorio.
- c. Sigue las indicaciones en cada una de las actividades presentadas, en total son 5. Tenga en cuenta leer todo lo que aparece en cada globito.
- d. Responde las siguientes preguntas:
  - ¿Qué ocurre con la temperatura mientras el hielo se funde? ¿A qué temperatura se da este cambio? ¿Qué ocurre con la temperatura cuando todo el hielo se ha fundido?
  - ¿Qué ocurre con la temperatura cuando el agua está ebullición? ¿A qué temperatura se da este cambio? ¿Qué ocurre con la temperatura cuando se ha evaporado toda el agua?
  - ¿Qué ocurre con las moléculas en cada cambio de estado?



## ACTIVIDADES DE APLICACIÓN (ETAPA MENTAL)

### Actividad individual (situaciones problema)

A. Lee cada enunciado y selecciona la opción correcta.

1. Si metes tu mano en agua “caliente” lo que sucede es:
  - a. Tu mano le transfiere “frio” al agua hasta que la temperatura baje.

- b. No hay transmisión de calor.
  - c. El agua le transfiere calor a tu mano hasta que se equilibre la temperatura.
  - d. El agua le transmite temperatura a tu mano.
2. Si dejas por unas cuantas horas un vaso de metal y otro de plástico sobre el comedor y luego los tocas, te parece más “frio” el de metal porque:
- a. El vaso de metal tiene la temperatura más baja.
  - b. El metal es un mal conductor del calor y por eso se tarda más en calentarse.
  - c. Esa es la sensación térmica que se percibe con el tacto, pero la temperatura del metal es la misma que el del vaso de plástico.
  - d. El metal transfiere rápido el frio.
3. Suponga que después de poner la leche en la estufa se calentó tanto que empezó a hervir y para poder bajarle la temperatura pones el recipiente con la leche, dentro de otro recipiente con agua “fría” ¿Cuál de las siguientes razones puede explicar mejor esta situación?
- a. El frio se mueve del agua al recipiente con la leche.
  - b. La temperatura se transmite del agua al recipiente con la leche.
  - c. Se transfiere calor del recipiente con la leche, al agua.
  - d. Las moléculas del agua se pasan al recipiente que contiene la leche.
4. Si metes al congelador dos recipientes plásticos, uno de mayor tamaño que el otro y cada uno de ellos los llenas con jugo de maracuyá porque deseas hacer helados y al día siguiente los retiras del congelador e inmediatamente les mides la temperatura, puede resultar que:
- a. La temperatura del helado más grande es mayor.
  - b. La temperatura del helado más pequeño es menor.
  - c. Las temperaturas de ambos helados es la misma.

d. La temperatura del helado más pequeño tiene mayor temperatura.

B. Explica las siguientes situaciones considerando los conocimientos aprendidos.

1. ¿Por qué se estalla un globo inflado cuando se expone por un rato al sol?

---

---

---

2. ¿Por qué si se calienta una comida y se espera un tiempo, ésta se enfría?

---

---

---

3. ¿Por qué se enfría un alimento cuando lo metemos en la nevera?

---

---

---

4. Después de llover y aparecer de nuevo el sol, observamos que sale vapor del suelo húmedo.

¿Por qué ocurre esta situación?

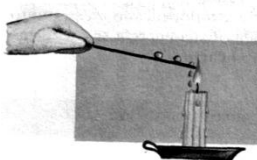
---

---

---

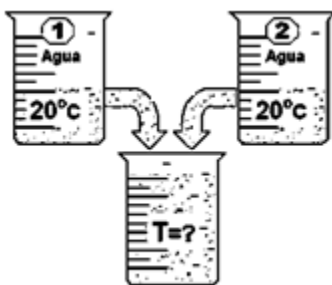
C. Lea cada una de las situaciones que se presentan a continuación y responda las preguntas.

1. En un experimento se toma una varilla de alambre y se le ponen tres bolitas de cera hasta la mitad de ésta y luego se acerca la punta de la varilla al mechero encendido. Teniendo en cuenta lo descrito anteriormente responda:



**Fig. 63.** Bolitas de cera calentándose

- ¿En qué orden se van desprendiendo las bolitas de cera?  
\_\_\_\_\_
  - ¿Por qué no se desprenden todas las bolitas al mismo tiempo?  
\_\_\_\_\_
  - Si el calor se transmite por convección, radiación y conducción ¿cuál de estas formas de propagación del calor se demostró en el anterior experimento?  
\_\_\_\_\_
2. En otra experiencia se toma un recipiente, al cual se le agrega agua y un poco de aserrín para luego someterlo al calor y al cabo de unos minutos se observa un movimiento circular del aserrín. Según lo descrito en la experiencia, ¿qué forma de propagación del calor se presenta?  
\_\_\_\_\_
  3. ¿Qué forma de propagación del calor se demuestra en el siguiente ejemplo?
    - Sentir calor cuando estamos en la cancha del colegio recibiendo los rayos del sol.  
\_\_\_\_\_
  4. ¿Qué temperatura tendrá la mezcla de agua de ambos vasos?



- La temperatura final es de 40° C.
- La temperatura final es de 20° C.
- No es posible saberlo.

**Fig. 64.** Equilibrio térmico

Tomada y adaptada de: <https://almagestoudea.files.wordpress.com/2008/07/ensenanza-de-los-conceptos-de-calor-y-temperatura.pdf>

5. En las siguientes situaciones diga cuáles absorben calor y cuáles desprenden calor.
- Secar ropa húmeda \_\_\_\_\_
  - Enfriar alimentos \_\_\_\_\_
  - Derretir hielo \_\_\_\_\_
  - Hervir agua \_\_\_\_\_
  - Hacer helados \_\_\_\_\_

### Actividades de profundización

1. En la siguiente actividad te proponemos algunos ejemplos de expresiones cotidianas y su significado físico, y otras sin resolver, para que tú mismo lo averigües. También te mostramos algunas expresiones científicas, para que indiques de qué expresión cotidiana pueden derivar.

**Tabla N° 24.** Expresiones cotidianas y su significado

LENGUAJE COTIDIANO	LENGUAJE CIENTÍFICO
El café con leche está muy caliente.	La temperatura del café con leche es alta.
El abrigo calienta.	El abrigo impide que mi cuerpo ceda calor al ambiente.

Esta nevera da mucho frío.	La nevera recibe el calor que le ceden los alimentos introducidos en ella.
Está enfermo, porque tiene mucho calor.	La temperatura de su cuerpo es superior a la normal (37 °C).
Cierra la ventana que entra frío.	
Ponle hielo al refresco para que se enfríe.	
Este suelo de baldosa es muy frío.	
Esta alfombra de lana da mucho calor.	
No toques la estufa, que está muy caliente y te quemas.	
	Las temperaturas de este verano están siendo muy elevadas.
	Voy a esperar para que la sopa ceda calor al ambiente.
	En Dinamarca, las temperaturas suelen ser más bajas que en Italia.
	El agua, cuando cede el suficiente calor al medio, se solidifica.

La actividad N°1 tomada de: Ciencias de la naturaleza 2° ESO. El lenguaje científico y el lenguaje coloquial. Santillana Educación. pág. 360. <http://www.vedrunav.org/ESO/BiG/2/PAC11.pdf>

2. Explica lo que le ocurre al arroz cuando es cocinado teniendo en cuenta su volumen, forma y masa.
3. Consulta con tus papás 5 ejemplos de la cotidianidad donde se evidencien cambios de temperatura y en cada caso menciona si hay aumento o disminución de temperatura.
4. Investiga qué son animales de sangre fría y sangre caliente y da 2 ejemplos de cada uno.

## Bibliografía

- Ambientech, & Fundació AGBAR. (2004). Estudio del agua en el laboratorio. Recuperado el 21 de enero de 2017, a partir de [http://concurso.cnice.mec.es/cnice2005/63\\_el\\_agua/actividades/activ\\_ag2.html](http://concurso.cnice.mec.es/cnice2005/63_el_agua/actividades/activ_ag2.html)
- Domínguez Castiñeiras, J. M. (2007). CALOR Y TEMPERATURA. En *Actividades para la Enseñanza en el Aula de Ciencias. Fundamentos y Planificación* (Universidad Nacional del Litoral, p. 208). Argentina. Recuperado a partir de [http://files.fisica-71.webnode.com.ve/200000015-3dbde3eb82/CaloryTemperatura\\_1.pdf](http://files.fisica-71.webnode.com.ve/200000015-3dbde3eb82/CaloryTemperatura_1.pdf)
- Educaycrea. (2014). Propagación del calor: formas y ejemplos. Recuperado a partir de <http://www.educaycrea.com/2014/04/propagacion-del-calor-formas-y-ejemplos/>
- El calor y la temperatura. (s/f). Santillana. Recuperado a partir de <http://www.vedrunav.org/ESO/BiG/2/PAC11.pdf>
- Escobar Durango, L., González Pulgarín, Y., & Gutiérrez Avendaño, C. (2008). Enseñanza de los conceptos de calor y temperatura enmarcada en la teoría del cambio conceptual. Recuperado a partir de <https://almagestoudea.files.wordpress.com/2008/07/ensenanza-de-los-conceptos-de-calor-y-temperatura.pdf>
- Espejero, Y., Castillo, R., Obduber, M., Gañan, S., & Loaiza, J. (2015). Núcleo de Pensamiento Científico y Técnico desde la Persona. Recuperado a partir de <https://sites.google.com/site/explorandolmundodelafisica/nucleo-de-pensamiento-cientifico-y-tecnico-desde-la-persona>
- Grima, C., & García Ulldemolins, R. (2012). Porque 8 no es siempre el doble de cuatro. Recuperado el 21 de enero de 2017, a partir de <http://mati.naukas.com/2012/04/01/porque-8-no-es-siempre-el-doble-de-cuatro/>
- Hurtado Fernández, S. (2014). Curva de calentamiento. Recuperado a partir de <http://labovirtual.blogspot.com.co/2014/04/curva-de-calentamiento.html>
- Lang da Silveira, F., & Moreira, M. A. (1996). Validación de un test para verificar si el alumno posee concepciones científicas sobre calor, temperatura y energía interna. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 14(1), 75–86.
- Pérez Anguiano, A. E. (2013). ¿Qué es la física? Recuperado a partir de <http://elizabethanguiano2c.blogspot.com/>

Propiedades de La Materia. (s/f). Recuperado el 23 de enero de 2017, a partir de <http://www.areaciencias.com/la-materia.html>

Salvador, M. J. (2011). Unidad 3. Calor y Temperatura. Recuperado el 23 de enero de 2017, a partir de [https://migueljsalvador.files.wordpress.com/2011/10/unidad\\_3\\_el\\_calor\\_y\\_la\\_temperatura.pdf](https://migueljsalvador.files.wordpress.com/2011/10/unidad_3_el_calor_y_la_temperatura.pdf)

SM. (s/f). Calor y temperatura. Recuperado el 21 de enero de 2017, a partir de <http://www.librosvivos.net/smtc/homeTC.asp?TemaClave=1062>

Termómetro. (2016). [Education]. Recuperado el 23 de enero de 2017, a partir de <http://www.slideshare.net/alipica/termometro-62057753>

Valdez Veliz, J. (2014). Calor y Temperatura: TRANSMISION DEL CALOR. Recuperado a partir de <http://calorytemperaturapsj.blogspot.com.co/2014/01/transmision-del-calor.html>



®



ORDEN RELIGIOSA DE LAS ESCUELAS PÍAS  
PADRES ESCOLAPIOS  
COLEGIO CALASANZ PEREIRA  
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS NATURALES Y EDUCACIÓN AMBIENTAL  
GRADO QUINTO

MAESTRÍA EN ENSEÑANZA DE LAS  
CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES

Evaluemos nuestros aprendizajes y actitudes

Estudiante: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

1. Califica de 1 a 5 tus actitudes y valores.

### TRABAJO SOBRE LA MASA Y EL PESO

**Tabla N° 25.** Actitudes y valores

CRITERIOS DE VALORACIÓN	RESPECTO	RESPONSABILIDAD	PARTICIPACIÓN	DISCIPLINA	ORDEN
Experiencias de masa					
Taller de masa					
Tarea de aplicación de masa					

2. Qué aspectos positivos, negativos e interesantes encontró en el desarrollo del tema de “La masa y el peso”

**Tabla N° 26.** Aspectos positivos, negativos e interesantes

ASPECTOS POSITIVOS	ASPECTOS NEGATIVOS	ASPECTOS INTERESANTES

## 3. Evalúo mi aprendizaje

**Tabla N° 27.** Evaluación de aprendizaje.

¿Qué aprendí acerca de la masa y el peso?	¿Qué cosas no pude entender o no me quedó claro acerca de la masa y el peso?
---	--



®

ORDEN RELIGIOSA DE LAS ESCUELAS PÍAS  
PADRES ESCOLAPIOS  
COLEGIO CALASANZ PEREIRA  
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS NATURALES Y EDUCACIÓN AMBIENTAL  
GRADO QUINTO



MAESTRÍA EN ENSEÑANZA DE LAS  
CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES

Evaluemos nuestros aprendizajes y actitudes

Estudiante: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

1. Califica de 1 a 5 tus actitudes y valores.

### TRABAJO SOBRE EL VOLUMEN Y LA CAPACIDAD

**Tabla N° 28.** Actitudes y valores.

CRITERIOS DE VALORACIÓN	RESPECTO	RESPONSABILIDAD	PARTICIPACIÓN	DISCIPLINA	ORDEN
Experiencias de Volumen y Capacidad					
Taller de volumen y capacidad					
Tarea de aplicación volumen y capacidad					

2. Qué aspectos positivos, negativos e interesantes encontró en el desarrollo del tema de “Volumen y capacidad”

**Tabla N° 29.** Aspectos positivos, negativos e interesantes.

ASPECTOS POSITIVOS	ASPECTOS NEGATIVOS	ASPECTOS INTERESANTES

## 3. Evalúo mi aprendizaje

**Tabla N° 30.** Evaluación de aprendizaje.

¿Qué aprendí acerca del volumen y la capacidad?	¿Qué cosas no pude entender o no me quedó claro acerca del volumen y la capacidad?
---	--



®

ORDEN RELIGIOSA DE LAS ESCUELAS PÍAS  
PADRES ESCOLAPIOS  
COLEGIO CALASANZ PEREIRA  
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS NATURALES Y EDUCACIÓN AMBIENTAL  
GRADO QUINTO



MAESTRÍA EN ENSEÑANZA DE LAS  
CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES

Evaluemos nuestros aprendizajes y actitudes

Estudiante: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

1. Califica de 1 a 5 tus actitudes y valores.

### TRABAJO SOBRE LA TEMPERATURA Y EL CALOR

**Tabla N° 31.** Actitudes y valores.

CRITERIOS DE VALORACIÓN	RESPECTO	RESPONSABILIDAD	PARTICIPACIÓN	DISCIPLINA	ORDEN
Experiencias de temperatura					
Taller de temperatura y calor					
Tarea de aplicación de temperatura					

2. Qué aspectos positivos, negativos e interesantes encontró en el desarrollo del tema de “Temperatura y calor”

**Tabla N° 32.** Aspectos positivos, negativos e interesantes.

ASPECTOS POSITIVOS	ASPECTOS NEGATIVOS	ASPECTOS INTERESANTES

## 3. Evalúo mi aprendizaje

**Tabla N° 33.** Evaluación de aprendizaje.

¿Qué aprendí acerca de la temperatura y el calor?	¿Qué cosas no pude entender o no me quedó claro acerca de la temperatura y el calor?
---	--