

**UNA PROPUESTA DIDÁCTICA BASADA EN SIMULACIONES COMO RECURSO  
PARA PROMOVER EL APRENDIZAJE DE CONOCIMIENTOS CIENTÍFICOS EN  
LOS ESTUDIANTES DE GRADO NOVENO**

**CLAUDIA PATRICIA MENDOZA ORTIZ**



**UNIVERSIDAD ICESI  
ESCUELA DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN  
MAESTRÍA EN EDUCACIÓN  
SANTIAGO DE CALI**

**2017**

**UNA PROPUESTA DIDÁCTICA BASADA EN SIMULACIONES COMO RECURSO  
PARA PROMOVER EL APRENDIZAJE DE CONOCIMIENTOS CIENTÍFICOS EN  
LOS ESTUDIANTES DE GRADO NOVENO**

**CLAUDIA PATRICIA MENDOZA ORTIZ**

**Trabajo de grado presentado como requisito para optar el título de Maestría en Educación**

**Asesora de Investigación Mg.**

**MARÍA ISABEL RIVAS MARÍN**

**UNIVERSIDAD ICESI**

**ESCUELA DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN**

**MAESTRÍA EN EDUCACIÓN**

**SANTIAGO DE CALI**

**2017**

## Contenido

	Pág.
Resumen.....	11
Abstract .....	12
1. Planteamiento del problema.....	13
1.1 Formulación del problema .....	13
1.2 Objetivos .....	23
1.2.1 Objetivo general.....	23
1.2.2 Objetivos específicos .....	23
1.3 Justificación .....	24
2. Marcos de referencia.....	29
2.1 Antecedentes .....	29
2.2 Marco teórico .....	35
2.2.1 Conocimiento científico.....	37
2.2.2 Enseñanza aprendizaje .....	38
2.2.3 Simulación .....	43
2.3 Marco conceptual.....	47
2.3.1 Densidad .....	47
2.3.2 Masa.....	51
2.3.3 Volumen.....	52
2.3.4 Principio de Arquímedes.....	53
3. Metodología .....	57

3.1 Contexto empírico de la investigación.....	57
3.2 Enfoque y tipo de investigación.....	57
3.3 Diseño de la investigación .....	58
3.4 Descripción de los sujetos de la investigación.....	67
3.5 Instrumentos para recoger la información .....	69
3.6 Análisis de la información .....	70
4. Análisis e interpretación de la información .....	73
4.1 Análisis de la sección con preguntas tipo I:.....	73
4.1.1 Análisis comparativo de pre-test y pos-test .....	73
4.1.2 Análisis por categorías de pre-test y pos-test.....	77
4.1.3 Análisis de preguntas acertadas del pre-test y pos-test.....	78
4.2 Análisis de la sección de la prueba preguntas abiertas .....	80
4.2.1 Análisis por categorías de pre-test y pos-test.....	80
4.3 Análisis del avance en los puntajes obtenidos en el pos-test y el po-test .....	92
4.4 Análisis de satisfacción y aceptación.....	93
4.4.1 Análisis generalizado de satisfacción y aceptación por pregunta .....	94
5. Propuesta didáctica: “Ser denso o no serlo, esa es la cuestión” .....	98
6. Conclusiones y recomendaciones .....	104
Bibliografía .....	109
Anexos .....	114

## Lista de tablas

	Pág.
Tabla 1. Porcentaje de estudiantes por nivel de desempeño. Ciencias naturales – grado noveno, Institución Educativa Técnica Comercial las Américas años 2012, 2014 y 2016 .	21
Tabla 2. Calificaciones del ISCE obtenidas por la institución educativa años 2015 y 2016.....	22
Tabla 3. Fortalezas y debilidades relativas en las competencias evaluadas. Ciencias Naturales - grado noveno Institución Educativa Técnica Comercial Las Américas.....	25
Tabla 4. Fortalezas y debilidades relativas en los componentes evaluados. Ciencias Naturales - grado noveno Institución Educativa Técnica Comercial Las Américas.....	26
Tabla 5. Categorías y variables.....	71
Tabla 6. Tabla de distribución de respuestas del pre-test .....	76
Tabla 7. Tabla de distribución de respuestas del pos-test.....	76
Tabla 8. Número de estudiantes clasificados por niveles en la pregunta 17 (N=30).....	81
Tabla 9. Número de estudiantes clasificados por niveles en la pregunta 19 (N=30).....	82
Tabla 10. Número de estudiantes clasificados por niveles en la pregunta 23 (N=30).....	82
Tabla 11. Número de estudiantes clasificados por niveles en la pregunta 18 (N=30).....	84
Tabla 12. Número de estudiantes clasificados por niveles en la pregunta 20 (N=30).....	85
Tabla 13. Número de estudiantes clasificados por niveles en la pregunta 24 (N=30).....	86
Tabla 14. Número de estudiantes clasificados por niveles en la Pregunta 21 (N=30).....	88
Tabla 15. Número de estudiantes clasificados por niveles en la Pregunta 22 (N=30).....	89
Tabla 16. Consolidado de puntajes totales obtenidos entre el pre-test, pos-test y el avance .....	92

Tabla 17. Consolidado de puntajes totales obtenidos entre el pre-test, pos-test y el avance .....	92
Tabla 18. Resultado tabulación instrumento de satisfacción y aceptación.....	95
Tabla 19. Contraste entre prueba inicial y final, para el conjunto de la muestra.....	104

## Lista de figuras

	Pág.
Figura 1. Fuerza de empuje.....	54
Figura 2. Flotación .....	56
Figura 3. Estudiantes durante la aplicación del pre-test .....	60
Figura 4. Estudiantes durante el pos-test .....	62
Figura 5. Respuestas al pos-test del participante B4.....	63
Figura 6. Respuestas del pos-test participante A1 .....	64
Figura 7. Respuestas del pos-test participante C8 .....	65
Figura 8. Encuestas de satisfacción y aceptación diligenciadas por los participantes.....	66
Figura 9. Diagrama de actividades desarrolladas en este trabajo de investigación .....	67
Figura 10. Gráfico comparativo pre-test, pos-test y diferencial .....	73
Figura 11. Gráfico comparativo por categorías de análisis.....	78
Figura 12. Gráfico comparativo total preguntas acertadas .....	79
Figura 13. Representación de los distintos niveles por cada pregunta .....	91
Figura 14. Gráfico comparativo puntajes totales obtenidos entre el pre-test y el pos-test ..	93
Figura 15. Grafica resultados obtenidos en la encuesta de satisfacción y aceptación .....	94
Figura 16. Gráfica de resultados de la encuesta de satisfacción y aceptación por pregunta	94
Figura 17. Imágenes alusivas al desarrollo del laboratorio introductorio.....	102
Figura 18. Imágenes alusivas a la aplicación de la guía de trabajo con las simulaciones .	103

**Lista de anexos**

Pág.

Anexo A. Pre-test y pos-test .....	114
Anexo B. Plantilla de respuestas a las preguntas de selección múltiple con única respuesta del pre- test y pos –test.....	118
Anexo C. Matriz de valoración utilizada para el análisis de la información obtenida en las preguntas abiertas.....	119
Anexo D. Encuesta de satisfacción y aceptación.....	122
Anexo E. Consentimiento Informado .....	123
Anexo F. Actividad 1: Guía de laboratorio exploratorio .....	124
Anexo G. Actividad 2: Guía de trabajo simulación densidad.....	127
Anexo H. Actividad 3: Guía de trabajo simulación de la flotabilidad.....	130

## **Agradecimientos**

Expreso mi más profundo agradecimiento por el apoyo brindado:

A Dios por sus continuas bendiciones y su infinito amor.

A la Universidad ICESI que gracias al convenio establecido con el MEN hizo posible adelantar los estudios de Maestría en Educación.

A mi tutora María Isabel Rivas Marín por su gran apoyo y paciencia, quien desde sus conocimientos y experiencias acompañó asertivamente el proceso de investigación.

A los estudiantes de los grados 9-1, 9-2 y 9-3 de la Institución Educativa las Américas sede central mañana que siempre mostraron su disposición a colaborar en las actividades propuestas.

Finalmente, a mi familia por su comprensión y paciencia, para poder ver hecho realidad un sueño más, que se verá reflejado en el día a día como persona y profesional.

## **Dedicatoria**

Al Señor mi Dios, que me dio la fuerza y el carácter necesario para lograr cumplir a la vez con todos mis compromisos académicos, familiares y laborales.

A Omar, mi amado esposo por su apoyo y comprensión en todo momento.

A Juan Camilo y Mariana, mis hijos quienes me ofrecieron su comprensión, amor y ternura que me sirvieron de inspiración cada día, para tener las fuerzas necesarias para seguir adelante.

A mi madre, gran bendición que el Señor me dio, gracias porque siempre me ha apoyado de forma incondicional, permitiéndome ser lo que soy como persona y profesional.

## Resumen

El objetivo general de esta investigación es evaluar si una propuesta didáctica basada en una simulación que requiere el uso del conocimiento científico, permite promover el aprendizaje en los estudiantes de grado noveno de la Institución Educativa Técnica Comercial Las Américas de la ciudad de Santiago de Cali, para cumplir con este propósito se plantearon los objetivos específicos que se direccionaron a identificar los saberes previos que los estudiantes de grado noveno de la Institución tienen frente al concepto densidad, a diseñar la propuesta didáctica basada en la simulación de que permite promover el aprendizaje científico y finalmente evaluar a través de los resultados obtenidos si la aplicación de la propuesta didáctica diseñada efectivamente promueve el aprendizaje científico.

Los resultados de esta investigación apuntan a evidenciar como una simulación por computador promueve el aprendizaje y el avance en el conocimiento científico, logrando derribar las ideas alternativas que los estudiantes poseen acerca del concepto densidad y su relación con la flotabilidad de los cuerpos, las cuales son persistentes en su estructura cognitiva y dificultan el cambio conceptual y la incorporación del concepto científico.

Este trabajo se llevó a cabo en un contexto escolar en el que no existían estudios previos que incorporaran este tipo de herramienta TIC en el proceso de enseñanza, lo cual podría ser visto como una innovación educativa a ser incorporada al campo de la enseñanza de la ciencia a nivel de la básica secundaria.

**Palabras claves:** simulaciones, ideas alternativas, aprendizaje, conocimientos científicos.

### **Abstract**

The general objective of this research is to evaluate if a didactic proposal based on the simulation that requires the use of scientific knowledge, allows to promote learning in ninth grade students of Las Americas Technical Educational Institution in the city of Santiago de Cali , to fulfill this purpose, the specific objectives that were addressed to identify the previous knowledge that the ninth grade students in this institution have before the concept of density, to design the didactic proposal based on the simulation that allows to promote scientific learning and finally evaluate through the results obtained if the application of the didactic proposal designed promotes scientific learning.

The results of this research aim to show how a simulation by computer promotes learning and advances in scientific knowledge, managing to replace the alternative ideas that students have about the concept of density and its relationship with the buoyancy of bodies, which are persistent in their cognitive structure and hindering conceptual change and the incorporation of the scientific concept.

This work was carried out in a school context in which there were no previous studies that incorporate this type of ICT tool in the teaching process, which could be seen as an educational innovation to be incorporated into the field of science education at the level of the secondary school.

**Keywords:** simulations, alternative ideas, learning, scientific knowledge

## 1. Planteamiento del problema

### 1.1 Formulación del problema

En cuanto a la enseñanza de la Química, Nakamatsu (2012) en su artículo “Reflexiones sobre la enseñanza de la Química”, a la pregunta ¿Por qué enseñar Química?, responde: “vivimos en un mundo moderno, dependemos de la tecnología y de los nuevos materiales. Nuestra calidad de vida requiere del suministro permanente de alimentos y medicamentos, además de grandes cantidades de energía. Nuestro modo de vida depende de la Química” (p. 38).

Los alimentos que ingerimos contienen preservantes que retardan su deterioro, utilizamos fertilizantes y plaguicidas para mejorar la eficiencia de los cultivos. Utilizamos fibras y elastómeros sintéticos en nuestra vestimenta y calzado. Nuestro sistema de transporte está basado en combustibles como la gasolina y el diésel (o biodiésel); los motores requieren de lubricantes y otros aditivos. La comodidad en nuestros hogares la brindan materiales poliméricos como los plásticos, pinturas, barnices, espumas elásticas, y fibras sintéticas y naturales. Los artefactos que utilizamos diariamente contienen piezas hechas de plásticos, metales o materiales cerámicos, que, a su vez, han requerido de procesos químicos para su fabricación. Los avances en la medicina están basados en productos y procesos químicos: se siguen desarrollando nuevos y mejores medicamentos; se utilizan materiales especiales para implantes y equipos médicos; las curaciones dentales utilizan resinas; mejoramos deficiencias en la visión con lentes cada vez más sofisticados (Nakamatsu, 2012, p. 38).

De tal manera que este estilo de vida genera problemas ambientales al planeta, siendo tal vez la Química la posible solución. Por tanto no se puede perder de vista que la enseñanza de la Química no se reduce solo a la memorización de hechos, teorías, fórmulas, etc., ella debe resaltar la importancia que tienen los conocimientos científicos para la vida y el futuro de la humanidad, para Nakamatsu (2012) en cuanto a la enseñanza de la Química es claro que “la simple asimilación de información sin la capacidad de relacionarlos y aplicarlos para comprender la realidad (como los fenómenos que ocurren a nuestro alrededor,[...] el funcionamiento de la vida misma) es una actividad sin motivación, tediosa e inútil” (p.40).

Del mismo modo Nakamatsu (2012) advierte que el aprendizaje de la Química es difícil, ya que el estudiante debe relacionar el mundo macroscópico con el microscópico (el de los átomos – moléculas que para ellos es intangible), para lo cual necesita de un lenguaje simbólico para su representación.

Sin embargo, a pesar de esta dificultad, es importante enseñar Química a no especialistas como un conocimiento que le permita enterarse del desarrollo tecnológico y científico que afecta diariamente nuestras vidas. La tarea del docente es adaptar el conocimiento científico para que el estudiante pueda conectarlo con sus conocimientos previos y así lograr un aprendizaje significativo. Es importante, además, transmitir el carácter evolutivo de la Química mostrando los retos que se deben enfrentar (Nakamatsu, 2012, p. 38).

En el presente la situación de la Institución Educativa Técnica Comercial Las Américas vista a la luz del documento de Bolívar (2005) revela la carencia de espacios formales para dialogar, con el propósito de generar acuerdos que generen resultados de aprendizaje en los estudiantes, con el objeto de tomar decisiones asertivas respecto de los métodos didácticos más pertinentes, de

acuerdo al contexto. La planificación generalmente no corresponde a un diseño global de la asignatura desde la institucionalidad, sino, que su planeación responde a criterios personales y la experiencia del docente en el aula de clase, siendo preocupante que en algunas ocasiones la preparación de la enseñanza no se realiza en documentos específicos, sino que se basa en la oralidad. Se descuida la vigilancia epistemológica que la transposición didáctica plantea como componente imprescindible para que exista coherencia entre el currículo, la didáctica y el contexto en el que se desarrolla.

En la Institución Educativa Técnica Comercial Las Américas la enseñanza es tradicionalista, las prácticas de aula no están articuladas a metodologías claramente planificadas o contextualizadas, pues los espacios son muy reducidos para adelantar este proceso, unido a esto, se evidencia un desconocimiento de cómo aplicar modelos tales como la **transposición didáctica** y el **CDC**<sup>1</sup> (conocimiento didáctico del contenido disciplinario) que permitan hacer enseñables los conocimientos disciplinares; lo anterior se puede establecer a partir del análisis del artículo “Conocimiento didáctico del contenido y didácticas específicas” de Bolívar (2005), pues hace una radiografía de obstáculos, desafíos y ventajas que trae consigo la integración de estos modelos en las prácticas de aula para así responder de manera eficiente a las exigencias actuales de la educación en el país.

Esta adaptación del conocimiento científico es a lo que se le conoce como transposición didáctica, su creador el francés Chevallard (1991), plantea que para lograrlo se debe tener en cuenta las características de la cultura escolar en donde se efectuará la transposición y el medio

---

<sup>1</sup> CDC: conocimiento didáctico del contenido, es “una especie de amalgama de contenido y didáctica”. Dado que el modelo pretende describir cómo los profesores comprenden la materia y la transforman didácticamente en algo “enseñable”, además de los restantes componentes, es clave en este proceso el paso del “conocimiento de la materia” (en adelante, CM) al CDC (p. 6), es un término acuñado por Shulman según Bolívar (2005).

en el cual se realiza la extrapolación del saber científico al saber a enseñar, sin dejar de lado la vigilancia epistemológica que se debe hacer del conocimiento a enseñar, es decir, “del saber académico deviene en saber enseñado”.

La transposición didáctica se caracteriza por el conjunto de mediaciones en el que es posible identificar niveles sucesivos como son identificar y seleccionar ciertos aspectos del saber científico como contenidos susceptibles de formar parte del currículum escolar, que para el caso de esta investigación el contenido seleccionado es el concepto densidad de los cuerpos y aquellos que tienen relación directa con él (masa, volumen, flotabilidad, empuje). Este saber designado como contenido a enseñar, será objeto de un conjunto de transformaciones que se operan en la aplicación de una propuesta didáctica, convirtiéndolo en objeto de enseñanza que será transmitido en los procesos escolares de enseñanza y aprendizaje a estudiantes de grado noveno.

Ahora bien, la idea que sugiere Chevallard citado en Bolívar (2005), en la que el maestro es el encargado de transformar el conocimiento adaptándolo al contexto del estudiante es igualmente planteada por Shulman citado en Bolívar (2005), quien expone en su modelo CDC (conocimiento didáctico del contenido) como la capacidad del profesor para trasladar/transformar el conocimiento de la asignatura en representaciones didácticas poderosas (significativas, comprensibles o asimilables para los alumnos) que logren ser adaptadas a la variedad (contexto) que presentan los estudiantes en cuanto habilidades y bagajes.

Asociado a las prácticas de aula se encuentra el proceso de enseñanza – aprendizaje que para Martín Sánchez (1999) “es tan complejo y depende de tal cantidad de variables que no se puede encontrar una simple receta para el éxito” (p.188). Dentro de estas variables se identifican

dificultades para el aprendizaje de la Química por parte del estudiante, al igual que en su enseñanza por parte del docente.

**Dificultades para el aprendizaje de la Química por parte del estudiante.** En cuanto a las dificultades en el aprendizaje que Nakamatsu (2012) refiere, se tiene:

- La incapacidad por parte del estudiante de relacionar el mundo macroscópico con el mundo microscópico.
- La dificultad del estudiante para aprender y manejar el sistema simbólico que le permita su representación (requiere lenguaje propio)
- La acumulación sin sentido de información abstracta y compleja.
- El difícil de manejo por parte del estudiante de un aprendizaje en múltiples niveles (macro, simbólico y sub micro).

Es muy difícil que un estudiante, sin guía o entrenamiento previo, pueda relacionar y manejar información en estos tres niveles conceptuales. Y además, en la enseñanza de la Química debe haber un balance entre ellos, por ejemplo, un exceso en el aspecto descriptivo (nivel macroscópico) conduce a la memorización de propiedades y hechos y, por otro lado, en cambio, una excesiva concentración en el aspecto simbólico o submicroscópico lo vuelve teórico y demasiado abstracto. El aprendizaje se favorece si se combinan adecuadamente los tres niveles conceptuales. Se debe intentar mantener siempre la conexión entre el mundo real y cotidiano, y el conocimiento teórico (Nakamatsu, 2012, p. 39).

A partir de años de observación dentro del aula por parte de la autora de este trabajo de grado se ha logrado detectar que entre las causas más recurrentes asociadas a las dificultades de aprendizaje presentadas por los estudiantes se tiene:

- Falta de motivación e interés en el estudio de la ciencia y uso inadecuado de la tecnología durante la clase,

- Falta de hábitos de estudio y carencia del sentido práctico de los saberes que se imparten en la escuela,

- Baja capacidad de retentiva de los estudiantes e incapacidad de los niños de relacionar los conocimientos de un área o disciplina con otra cuando se requiera para poder llegar a la solución de un problema.

- Otra de las causas observadas y discutidas con los colegas en la reuniones de área, subyacen en las condiciones afectivas y emocionales con las que el niño, niña y adolescente llega a la clase, lo cual hace difícil que el estudiante se involucre de manera activa con lo que sucede en el ambiente de aprendizaje.

Sumado a las dificultades de aprendizaje anteriormente mencionadas y en concordancia con Palacios y Criado (2016) es frecuente encontrarse en el aula la presencia de ideas alternativas en los estudiantes con relación a conceptos científicos, es decir construcciones conceptuales individuales frente a la necesidad de explicar los fenómenos que los rodean. Dichas ideas alternativas que cuando entran a enfrentarse con los conceptos científicos a ser enseñados se resisten a ser cambiadas, no deben desconocerse sino por el contrario deben ser un punto de partida para el proceso de enseñanza.

**Dificultades en la enseñanza de la Química por parte del docente.** Respecto a las dificultades en la enseñanza, se tiene que existe por parte de algunos maestros de la Institución Educativa un desconocimiento de cómo aplicar las técnicas, métodos y recursos pedagógicos o toda serie de recursos que tiene a su disposición, es decir, que las prácticas de aula están descontextualizadas; la situación anterior se agrava pues la Institución Educativa presenta el siguiente panorama:

- Carencia de un modelo o enfoque pedagógico institucional.
- Falta de recursos propios para implementación de proyectos pedagógicos.
- Infraestructura deteriorada por antigüedad del edificio, espacio reducido, hacinamiento en las aulas y falta de recursos materiales (Didácticos y tecnológicos).
- El sector en el que se encuentra la institución educativa es una zona industrial cuenta con pocos espacios culturales, deportivos y recreativos.
- La comuna tiene alta incidencia de consumo de sustancias psicoactivas - SPA<sup>2</sup>, pandillas, inseguridad y prostitución (factores de riesgo).
- Resistencia en algunos docentes ante la necesidad de mejorar práctica de aula.

---

<sup>2</sup> SPA sustancias psicoactivas: pueden ser de origen natural o sintético y cuando se consumen por cualquier vía (oral-nasal-intramuscular-intravenosa) tienen la capacidad de generar un efecto directo sobre el sistema nervioso central, ocasionando cambios específicos a sus funciones; que está compuesto por el cerebro y la médula espinal, de los organismos vivos. Estas sustancias son capaces de inhibir el dolor, modificar el estado anímico o alterar las percepciones (Observatorio de Drogas de Colombia, 2017 ).

Gracias a todas aquellas situaciones anteriormente descritas como son: las prácticas de aula obsoletas, las dificultades de aprendizaje que los estudiantes presentan, la carencia de acercamiento del conocimiento científico al contexto escolar, la incapacidad de los maestros para aplicar modelos tales como el *conocimiento didáctico del contenido o la transposición didáctica* para hacer comprensible y digerible para los estudiantes el conocimiento, se puede deducir que son elementos que contribuyen a que los resultados de las Pruebas Saber en grado noveno no sean los esperados, razón por la cual, este estudio se centra en los estudiantes de este nivel de la básica secundaria en la sede central (jornada de la mañana).

En los últimos años mejorar los resultados de las Pruebas Saber se ha convertido en una meta que cada institución desea alcanzar, dejando de lado el explorar las capacidades y potenciar los talentos de sus estudiantes, en muchas ocasiones saturando tanto al estudiante como al maestro de una dinámica en torno a la estructura de la prueba y como dar respuesta a ella de manera mecánica, dando como resultados avances momentáneos (Ministerio de Educación - MEN, 2015); cuando en realidad la enseñanza, en especial la de la ciencia debe trascender el tiempo, para que ella actúe en la vida de los estudiantes al enfrentar problemas del cotidiano, es allí cuando se ponen a prueba las habilidades que ha desarrollado a través de su paso por la escuela en el momento que: interpreta, piensa, analiza y propone soluciones para su beneficio y el de su comunidad. Por lo tanto los resultados de las pruebas saber<sup>3</sup> se convierten en la fuente principal que sustenta la necesidad de este estudio, para ello se ha tenido en cuenta la situación actual de la institución educativa en cuanto a las calificaciones obtenidas en las Pruebas Saber en el área de ciencias

---

<sup>3</sup> Pruebas Saber: evaluaciones escritas en las áreas de: Matemáticas, Ciencias Naturales, Lenguaje y Ciencias Sociales, que se realizan a los estudiantes en los grados tercero, quinto, séptimo y noveno de Educación Básica.

naturales en el nivel 9° en los años 2012, 2014 y 2016 (años en los cuales esta área fue evaluada en el establecimiento educativo).

**Tabla 1.**

**Porcentaje de estudiantes por nivel de desempeño. Ciencias naturales – grado noveno, Institución Educativa Técnica Comercial las Américas años 2012, 2014 y 2016**

Año	No. Estudiantes 9°	Insuficiente	Mínimo	Satisfactorio	Avanzado
		100-215	216-326	327-430	431-500
2012	120	6%	43%	44%	7%
2014	132	15%	55%	24%	6%
2016	132	15%	55%	26%	4%

Fuente: (ICFES, 2012, 2014, 2016)

Según la tabla 1 el porcentaje más bajo se encuentra representado en el nivel de desempeño avanzado viene disminuyendo 7% (2012), 6% (2014) y 4% (2016). Por otro lado los porcentajes más altos están ubicados en los niveles de desempeño mínimo seguido por el satisfactorio, de igual modo se observa que mientras el nivel satisfactorio ha venido en detrimento, pasando del 44% en 2012 al 26% en 2016, el nivel mínimo ha aumentado pasando del 43% en 2012 al 55% en 2014 y 2016, adicionalmente se tiene que el nivel insuficiente paso de al 15% en 2016 siendo que se encontraba en un 6% en 2012, esto indica que los estudiantes no han mejorado su desempeño en la prueba, por el contrario pasaron de un nivel satisfactorio y avanzado a los niveles mínimo e insuficiente. De igual modo para esta investigación se tiene en cuenta la calificación otorgada por el Índice Sintético de la Calidad Educativa (ISCE) a la institución educativa, en sus componentes progreso y desempeño que son los que están ligados directamente a los resultados de las pruebas Saber<sup>4</sup>. La tabla 2 muestra que tanto ha mejorado en el ISCE la institución educativa en la básica secundaria en 2016 con relación al 2015:

<sup>4</sup> De acuerdo al Boletín 5 Saber en breve (abril 2016 – ICFES, Bogotá) el Índice Sintético de la Calidad Educativa ISCE fue diseñado a finales de 2014 con el objetivo de entregar a la comunidad educativa un número fácil de interpretar por nivel educativo (primaria, secundaria y media) como insumo para generar discusión y reflexión en la comunidad educativa con el fin de diseñar estrategias de mejoramiento para lograr las metas y, al final, a nivel agregado, llegar a cumplir el objetivo de ser el país mejor educado de América Latina en el año

**Tabla 2.****Calificaciones del ISCE obtenidas por la institución educativa años 2015 y 2016**

Índice	2015	2016
Progreso +	1,51	1,50
Desempeño +	2,51	2,40
Eficiencia +	0,74	0,97
Ambiente escolar =	0,74	0,74
Índice sintético	5,52	5,61

Fuente: (Ministerio de Educación - MEN, 2015)

En 2015 se obtuvo una calificación de 5,52 que lo ubica por encima tanto de los otros establecimientos educativos en la ciudad de Cali (5,04), como de los establecimientos a nivel nacional (4,93). Nuevamente en 2016 se repite este fenómeno la calificación de 5,61 está por encima de los establecimientos educativos en Cali y a nivel nacional (5,46 y 5,27 respectivamente). A partir de la calificación global se observa un leve ascenso de 2015 a 2016, sin embargo, este aumento es por poco margen (0,09).

Si se revisan cada uno de los componentes haciendo un comparativo se observa que ambiente escolar y progreso se comportan de modo similar en las dos oportunidades, mientras que eficiencia aumentó de 0,74 a 0,97, dicha ponderación es la responsable del leve ascenso en la calificación global, sin embargo, se registra que el componente desempeño muestra una caída pasando de 2,51 a 2,40, lo cual refleja el puntaje promedio que los estudiantes de noveno grado obtuvieron en la Prueba Saber en 2016 fue menor al del año inmediatamente anterior. Por lo tanto se puede

---

2025. El ISCE permite saber la trayectoria de cada colegio a nivel regional y nacional, teniendo en cuenta su punto de partida, como esta y cuánto debe mejorar. Es la herramienta que permite evaluar de 1 a 10 el proceso educativo de los colegios en cuatro componentes:

1. Progreso: ¿cómo ha mejorado con relación al año anterior? (40%)
2. Desempeño: ¿cómo están los resultados de las Pruebas con relación al resto del país? (40%)
3. Eficiencia: ¿cuántos estudiantes aprueban el año escolar? (10%)
4. Ambiente escolar: ¿cómo está el ambiente en las aulas de clase? (10%).

afirmar que los estudiantes de grado noveno presentan dificultad para utilizar sus conocimientos científicos en la resolución de las Pruebas Saber tal como lo muestran los puntajes obtenidos.

Por lo anteriormente expuesto el diseñar, implementar y evaluar los resultados de una propuesta didáctica basada en el uso de una simulación informática tiene como propósito responder a este interrogante:

¿Qué efecto provoca la aplicación de una propuesta didáctica basada en simulaciones en el aprendizaje de conocimientos científicos en los estudiantes de grado noveno de la Institución Educativa Técnica Comercial Las Américas de la ciudad de Santiago de Cali?

## **1.2 Objetivos**

### **1.2.1 Objetivo general**

Evaluar el efecto que provoca la implementación de una propuesta didáctica basada en simulaciones en el aprendizaje de conocimientos científicos en los estudiantes de grado noveno de la Institución Educativa Técnica Comercial Las Américas

### **1.2.2 Objetivos específicos**

- Identificar los saberes previos e ideas alternativas que los estudiantes de grado noveno de la Institución Técnica Comercial Las Américas posee frente al concepto densidad para ser tomados como punto de partida antes de la implementación de la propuesta didáctica.

- Diseñar una propuesta didáctica basada en simulaciones por computador que propicie el aprendizaje del concepto densidad en los estudiantes de grado noveno de la Institución Educativa Técnica Comercial Las Américas.

- Identificar el nivel de avance en el aprendizaje del concepto densidad por parte de los estudiantes de grado noveno de la Institución Educativa Técnica Comercial Las Américas, a partir de la comparación de los resultados obtenidos entre el pre y el pos-test.

### 1.3 Justificación

El presente trabajo tiene la intención de estudiar y evaluar como la puesta en práctica de una propuesta didáctica basada en la simulación phet de la densidad permite promover el aprendizaje y el uso de conceptos científicos en los estudiantes de grado noveno de la Institución Educativa Técnico Comercial Las Américas<sup>5</sup> (jornada de la mañana).

En la Institución Educativa no existen evidencias previas a un estudio de esta índole, pues en la actualidad se encuentra en el proceso de resignificación<sup>6</sup> del PEI (Proyecto Educativo Institucional) y de la búsqueda del enfoque pedagógico a implementar. Lo que si se ha podido constatar en este proceso es el hecho que el modelo pedagógico que se había venido implementando hasta el momento es ecléctico con tendencia al conductismo y a la pedagogía conceptual. Por otro lado se ha adelantado la identificación del enfoque modelo que se desea implementar: social-cognitivo con enfoque humanista. Por tanto esta propuesta didáctica basada

---

<sup>5</sup> La Institución Educativa Técnica Comercial las Américas que se encuentra ubicada en la comuna 8 (zona nororiental) de la ciudad de Santiago de Cali.

<sup>6</sup> Significación es el proceso y el resultado de significar (aquello que actúa como un signo o una representación de algo diferente, o que permite expresar un pensamiento) Aunque el concepto de resignificación no aparece en el diccionario de la Real Academia Española (RAE), la inclusión del prefijo re- nos permite afirmar que el término hace referencia a volver a significar (Definicion.de, 2017).

en una simulación por computador es conveniente en la institución, al no existir antecedentes del uso de este recurso didáctico en la enseñanza de las ciencias naturales en ninguno de los niveles de enseñanza.

Otra de las situaciones que hace necesaria esta investigación, radica en los bajos resultados de Pruebas Saber de grado noveno de la Institución Educativa Técnica Comercial Las Américas en el área de Ciencias Naturales (años 2012, 2014 y 2016), pues a partir del rastreo y análisis realizado se pudo establecer que los estudiantes deben mejorar en las competencias básicas del área evaluada, caso puntual el **Uso comprensivo del conocimiento científico**<sup>7</sup> y en cuanto al componente el que ha venido estando débil durante los últimos años es el **Entorno físico**<sup>8</sup> (Ver tablas 3 y 4).

**Tabla 3.**

**Fortalezas y debilidades relativas en las competencias evaluadas. Ciencias Naturales - grado noveno Institución Educativa Técnica Comercial Las Américas**

Año	Competencias		
	Uso de Conocimiento científico	Explicación	Indagación
2012	Débil	Fuerte	Similar
2014	Débil	Similar	Fuerte
2016	Débil	Similar	Fuerte

<sup>7</sup> Uso del conocimiento científico: Capacidad para comprender y usar nociones, conceptos, teorías y modelos de las ciencias en la solución de problemas, así como para establecer relaciones entre conceptos y conocimientos adquiridos sobre fenómenos que se observan con frecuencia, de manera que pase de la simple repetición de los conceptos a un uso comprensivo de estos.

<sup>8</sup>Entorno físico: se orienta a la comprensión de los conceptos, principios y teorías a partir de los cuales la persona describe y explica el mundo físico con el que interactúa. Dentro de este componente se estudia -la materia y sus propiedades, estructura y transformaciones, apropiando nociones o conceptos como mezclas, combinaciones, reacciones químicas, energía, movimiento, fuerza, tiempo, espacio y sistemas de medición y nomenclatura.

**Tabla 4.****Fortalezas y debilidades relativas en los componentes evaluados. Ciencias Naturales - grado noveno Institución Educativa Técnica Comercial Las Américas**

Año	Componentes		
	Entorno vivo	Entorno físico	CTS (ciencia, tecnología y sociedad)
2012	Fuerte	Débil	Fuerte
2014	Fuerte	Débil	Fuerte
2016	Fuerte	Débil	Débil

Una de las posibles causas por las que esto sucede se debe a que los conceptos propios del estudio del entorno físico, los cuales son abordados únicamente hasta llegar al nivel décimo de acuerdo al diseño del plan de estudios en la Institución, pues de sexto a noveno se le da prioridad al estudio del entorno vivo (esto sucede por diversas razones: programa muy extenso, muchas áreas que reducen la intensidad horaria de la asignatura, traumatismos para el cumplimiento de la planeación, otros). Por lo tanto el proceso de inicio y de adaptación a estos conocimientos es abrupto y está marcada por temor en algunos estudiantes quienes aducen que las asignaturas Física y Química son muy difíciles, debido a que para los estudiantes es frustrante verse abocados a realizar trabajos que impliquen análisis científico, sin tener las herramientas conceptuales suficientes para hacerlo.

Por tanto, es imperativo fortalecer el área de ciencias naturales en la básica secundaria a través de esta propuesta didáctica que permita mejorar el nivel de desempeño y de competencias en el área de Ciencias Naturales. Por tal razón es tarea fundamental del maestro ser un investigador en busca del equilibrio entre su metodología y el conocimiento que tiene acerca de sus estudiantes. Martín Sánchez (1999) aclara que “ser un investigador significa que tiene que preocuparse por saber qué alumnos tiene delante, de sus intereses, de los conocimientos que ya tienen y de cómo le siguen en la adquisición de otros nuevos” (p. 188).

En este sentido, con la propuesta didáctica sugerida en este trabajo se busca beneficiar a los estudiantes de grado noveno de la Institución Educativa Técnica Comercial las Américas, quienes jugarán un papel activo en la construcción de su conocimiento, a fin de que en ellos el aprendizaje cobre sentido para poder relacionarlo de manera objetiva con el mundo real. Por lo tanto, se busca identificar los errores conceptuales o concepciones alternativa que tienen los estudiantes en torno al contenido densidad (como propiedad específica de la materia) para guiarlos de tal manera para que no solo aprendan a clasificar, comparar, caracterizar, analizar y diferenciar a partir de ella las sustancias que manipulan en el laboratorio y en la vida diaria, sino también, logrando que se dé un cambio en la apreciación del estudio de la Química. Pues es en este nivel que la enseñanza de las ciencias se hace fundamental, porque a pesar que ella es enseñada a personas que en su mayoría no estudiarán ciencias a futuro, tendrán al menos una mayor comprensión de ella.

Es por ello que la comprensión y construcción del concepto densidad permitirá promover la aplicación de este conocimiento científico en su cotidianidad, para que de este modo el aprendizaje de la Química no sea visto como algo abstracto, de libros o de aulas de clase, sino como una ciencia que hace parte de su vida. En cuanto al aprendizaje de la Química Nakamatsu (2012) sostiene que la “dificultad para los estudiantes radica en que requiere de un aprendizaje en múltiples niveles” (p. 39), de allí la necesidad de identificar las concepciones alternativas que han venido acumulando a través de los distintos grados de escolaridad. Dichas concepciones podrían ser desvirtuadas y enmendadas, si el profesor se preocupa por: conocer a sus estudiantes, sus intereses, cuales son los conceptos previos y cuáles son sus estrategias de aprendizaje para adquirir otros nuevos.

Esta investigación es necesaria teniendo en cuenta el panorama institucional: carencia de un modelo pedagógico (que direcciona los propósitos y las acciones al interior del aula) y bajos

resultados en pruebas externas que evidencian las competencias y los componentes puntuales en los que se debe trabajar desde el área de las ciencias naturales. Se espera que esta investigación sea no solo de utilidad para la Institución Educativa en cuanto al aumento en los resultados en pruebas saber y en la mejora del ISCE, sino también que beneficie a los estudiantes, quienes al contar con unas competencias bien potenciadas en este campo del conocimiento, les permitan acceder a la educación superior o al campo laboral y desempeñarse de manera eficiente. De igual modo es conveniente en la medida que este estudio adquiera un sentido práctico y metodológico al ser socializada al interior de la misma. Pues a través de ella se desea mostrar una propuesta didáctica basada en una simulación por computador, con un diseño y un método participativo.

Esta propuesta puede llegar a convertirse en una oportunidad para mejorar el aprendizaje en los estudiantes y su interés por aprender (no solo ciencias naturales sino también otras asignaturas), puesto que este tipo de herramientas tecnológicas ofrecen una amplia gama de ventajas didácticas que pueden ser aprovechadas por distintas áreas del conocimiento convirtiéndose en una estrategia de uso común para los docentes al interior de la institución de modo que aporte elementos a la práctica pedagógica desde la construcción de una propuesta didáctica innovadora para la enseñanza del tema densidad en estudiantes de noveno grado, de manera que constituya una estrategia de carácter constructivista, que promueva la reflexión en los docentes acerca de las prácticas tradicionales de enseñanza y su efectividad, aportando elementos operativos a la idea de modelo pedagógico que desea implementar la institución que conlleve a mejorar la calidad educativa de los estudiantes.

## 2. Marcos de referencia

### 2.1 Antecedentes

En este punto se expone el resultado de la revisión de trabajos de investigación previos que han revelado que los estudiantes poseen ideas alternativas o concepciones erróneas acerca de conocimientos científicos en distintos niveles de escolaridad, lo cual constituyen una dificultad para el aprendizaje de la ciencia. El objetivo principal de este acápite es determinar tanto el tratamiento que han dado al tema, como establecer cómo se da el avance del conocimiento científico en los estudiantes en dichas investigaciones. A continuación se exponen dichos estudios:

Fernández (1987) centró su trabajo en estudiar el grado de persistencia de algunas ideas preconcebidas en los estudiantes, que ya se habían sido puestas en evidencia en la investigación “Causas de las dificultades de aplicación del teorema de Arquímedes por parte de los alumnos de enseñanza media” de su misma autoría (Fernández , 1985). A partir de los resultados obtenidos estableció que al cabo de dos meses de haber sido aplicado el método de enseñanza del estudio anteriormente señalado, persistían las ideas alternativas que tenían los estudiantes sobre la estática de los fluidos, manteniendo las mismas ideas equivocadas que tenían antes de estudiar el tema. Los participantes en esta investigación eran 156 estudiantes que cursaban segundo año de enseñanza media.

Barral (1990) realizó una investigación para el Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales de Santiago de Compostela, con la intención de conocer las concepciones de los alumnos sobre cómo flotan en el agua los cuerpos que flotan. La recolección de información consistió en que los estudiantes dibujaran como flotaban en agua materiales tales como el corcho,

la madera y el hielo, para de este modo establecer las ideas que poseían en torno al concepto de flotabilidad, y a la vez saber si los esquemas representaban exactamente lo que pensaban (reflejan sus ideas de que parte del objeto estaba sumergida y que parte quedaba encima del agua, es decir, para detectar las concepciones alternativas). El grupo de estudio abarcaba estudiantes de distintos niveles educativos desde la primaria hasta la universidad pertenecientes a la provincia de la Coruña en España. Concluye “la utilización de estrategias basadas en perspectivas de tipo constructivista parece la solución más adecuada si queremos que la enseñanza de las ciencias mejore” (p. 249 ), gracias a que las ideas alternativas que surgen en torno al concepto de flotabilidad de los cuerpos se atribuyen en gran medida a las experiencias sensoriales que el estudiante ha tenido y su persistencia (resistencia al cambio) depende de la ausencia de estrategias de adecuadas en las pautas de instrucción para que el cambio suceda.

Borsese, Lumbaca y Pentimali (1996), realizaron una investigación en Génova Italia, sobre las concepciones de los estudiantes acerca de los estados de agregación y los cambios de estado, en la cual participaron 20 docentes y un total de 508 alumnos. El objetivo principal de esta investigación era cotejar los resultados obtenidos por un grupo de docentes con su grupo de estudiantes antes y después del desarrollo del curso de enseñanza del tema “estados de agregación y cambios de estado”. Se presentaron y analizaron los resultados de la aplicación de un test de opción múltiple utilizado para captar el estado de los conocimientos de los estudiantes antes que sus profesores desarrollaran el curso, reveló las dificultades y limitaciones que, en general, tienen los estudiantes para razonar, para comunicar sus ideas, para comprender los conceptos científicos impartidos por el docente o presentados por los libros de texto, para interpretar información y resolver problemas.

Mazzitelli, Maturano, Núñez, Pereira y Macías (2005) analizaron los resultados obtenidos de la indagación de las dificultades en los estudiantes sobre la flotación de los cuerpos, adicionalmente en él se exponen como están vinculadas dichas dificultades en el aprendizaje de los estudiantes, con el tratamiento dado al concepto en libros de textos que son utilizados usualmente en las clases de Ciencias. Para detectar dichas dificultades se tomó una muestra de 64 estudiantes con edades comprendidas entre 12 y 14 años, de una escuela urbano-marginal, de la Provincia de San Juan (Argentina). Los autores identificaron que el abordaje dado a la investigación no ayuda a que los estudiantes superen las dificultades, sin embargo, lograron concluir que algunos textos refuerzan las ideas erróneas acerca de algunos conceptos, pues presentan en forma ambigua los conceptos científicos o son presentados en forma general.

Mazzitelli, Núñez y Pereira (2006) en su investigación analizó las dificultades conceptuales y procedimentales de los estudiantes de EGB 3 (edad promedio 14 años), relacionadas con la flotación de los cuerpos. Se fundamentaron en un mecanismo de aprendizaje por construcción, es decir, a partir del conocimiento que el estudiante posee se reestructura el concepto o contenido a enseñar, llevándolo desde el conocimiento intuitivo al conocimiento científico. Esta investigación se complementó con una indagación realizada a docentes del mismo nivel educativo, en la cual comprobaron que muchos de los problemas detectados son compartidos entre estos dos grupos estudiados, ya que es el docente el que se encarga de adaptar los saberes y llevarlos al contexto escolar, de modo que de existir concepciones erradas en ellos, se convierte en un factor que afianza las dificultades y las ideas alternativas que adquieren los estudiantes en el proceso de aprendizaje.

Buteler, Coleoni y Perea (2014), desarrollaron una investigación para la Facultad de Matemática, Astronomía y Física. Universidad Nacional de Córdoba en Argentina, sobre qué aprendizajes conceptuales ocurren (o no) durante la actividad de resolver problemas. Para su

implementación se tomó como participantes tres estudiantes que cursaban Física General II, en segundo año de la licenciatura de Física en el que se aborda la mecánica de fluidos. El desempeño académico de los participantes es intermedio y representativo de un alto porcentaje de todos los estudiantes del curso. El aporte de este estudio radica en que ofrece información minuciosa acerca de cuáles son y cómo ocurren ciertos aprendizajes a partir de las conceptualizaciones previas de estos estudiantes, es decir reportan como los sujetos involucrados en esta investigación modifican sus concepciones alternativas.

Melo, Sánchez y Martínez (2016) elaboraron para el Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y las Matemáticas de la Universidad de Extremadura en España, una investigación que consistía en la construcción y validación de un test para identificar las ideas alternativas de los estudiantes de distintos niveles educativos sobre el empuje en el contexto de la flotación. Esta investigación fue implementada en una muestra de 168 sujetos 80 de nacionalidad española y 88 de nacionalidad colombiana. Los resultados indicaron que los participantes intentaban recordar el principio de Arquímedes sin hacer un análisis de las fuerzas que intervienen en los cuerpos para identificar la fuerza de empuje. La mayoría de los participantes consideraron que el empuje depende la posición del objeto sumergido. Una de las partes de este trabajo dedica su atención a analizar 7 libros de texto (tres en España y cuatro en Colombia) que son usados comúnmente en la enseñanza de este tema en secundaria y bachillerato. Ese análisis se realiza con la intención de determinar si el tratamiento dado a la fuerza de empuje en estos textos contribuye a generar y reforzar las ideas alternativas de los estudiantes o de manera antagónica favorece el cambio conceptual hacia el aprendizaje de conocimientos científicos aceptados.

Palacios y Criado (2016) interesados en realizar un diagnóstico de las explicaciones que los estudiantes logran hacer cuando un sólido en inmersión desplaza el volumen de un líquido y su

relación con la densidad y flotabilidad de los cuerpos. Para esta investigación tomaron como muestra estudiantes de cuarto curso de Educación Secundaria Obligatoria (ESO) a comienzos del curso escolar. Los resultados arrojaron que los estudiantes llegaron a este nivel de escolaridad con concepciones similares a los estudiantes de primaria en cuanto al análisis de las variables que influyen en el volumen de líquido desplazado; además, no siempre llegaron a aplicar el criterio de comparación de densidades, pues para el estudio de la densidad se necesita la utilización de ejemplos de la vida diaria.

Palacios y Criado (2017) se interesa por hacer una evaluación de la forma en la que se exponen en los textos españoles para la enseñanza de las ciencias, para ello seleccionaron 17 libros, 12 de segundo y 5 de tercer curso de educación secundaria obligatoria (ESO) sobre los conceptos volumen, masa y densidad. Establecieron que dichos textos carecen de elementos suficientes para ayudar a eliminar las concepciones alternativas de los estudiantes, por el contrario favorecen el mantenimiento de las mismas. Los resultados demostraron que los textos estudiados suelen presentar carencias relativas a estos conceptos, introducen la densidad como una fórmula matemática sin más profundización y no despejan la confusión existente entre densidad y viscosidad que poseen los estudiantes dentro de sus ideas. Concluye advirtiendo que no se trata de prescindir de los textos sino de mejorarlos en los aspectos señalados en la investigación.

Por otro lado están las investigaciones que se han basado en la aplicación de simulaciones por computador para lograr avances en el aprendizaje de la ciencia en distintos niveles de escolaridad. A continuación se enumeran algunos de los más relevantes:

Torres (2012) basa su trabajo de investigación en el diseño y desarrollo de un ambiente de aprendizaje mediado por una simulación por computador para contribuir con el aprendizaje del

concepto de flotabilidad y se llevó a cabo con 60 estudiantes de grado cuarto de primaria. Logran establecer que la integración de herramientas computacionales trae consigo beneficios en el proceso de aprendizaje de los estudiantes. Este estudio permitió evidenciar un cambio conceptual al contrastar las ideas alternativas de los estudiantes previos al trabajo con el simulador y las interpretaciones que ellos dan al fenómeno de la flotabilidad dependiente de la densidad

Silva (2014) presenta una propuesta para la enseñanza de los conceptos relacionados con la flotabilidad como son densidad, empuje y volumen desalojado, a partir de la utilización de simulaciones por computador. Este trabajo evidencia la tendencia de los estudiantes por memorizar los conceptos relacionados con la flotabilidad como resultado de hábitos de aprendizaje memorístico que se han desarrollado en años anteriores. La propuesta promueve el uso de simuladores por computador para enriquecer la perspectiva del profesor sobre las diferentes alternativas que se pueden plantear para la enseñanza de los conceptos relacionados con la flotación, pues demuestra que al complementar las actividades prácticas con las simulaciones se consolida el aprendizaje, la motivación y participación de los estudiantes.

Los estudios relacionados en este apartado han revelado que las concepciones alternativas o erróneas sobre los conocimientos científicos que los estudiantes de diferentes niveles educativos mantienen, generan un obstáculo en su aprendizaje, es un aspecto importante a tener en cuenta en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la ciencia. Dichas concepciones son originadas principalmente por contaminación conceptual a partir de fuentes inexactas de aprendizaje, como son: libros de textos con contenidos conceptuales incorrectos, imprecisiones del docente, información errónea procedente de Internet, etc. (Wandersee, Mintzes, & Novak, 1994).

De igual modo se tiene como punto de apoyo algunas investigaciones que se han basado en la aplicación de simulaciones por computador que han conseguido evidenciar que constituyen una estrategia didáctica adaptable que permite superar esas ideas alternativas que los estudiantes tienen arraigadas, para lograr avances en el aprendizaje de conocimientos científicos en los distintos niveles de escolaridad.

## **2.2 Marco teórico**

Para Kant (2009), la educación tiene como finalidad que el ser humano alcance la plenitud, en cuanto a que descubra para qué es bueno y pueda auto determinarse, esto significa que sus talentos se desarrollen y alcance la felicidad. Para ello la enseñanza de las ciencias en la educación debe afrontar en el momento actual un gran reto: lograr que los estudiantes se interesen, aprendan, comprendan y amen la ciencia; lo cual se dificulta debido a que “los cambios tecnológicos y sociales que hemos vivido en los últimos decenios están obligando a replantear numerosos aspectos del sistema educativo”; Sanmartí y Marchán (2015) son claros en exponer que no se puede pretender enseñar hoy ciencia del mismo modo que se enseñaba antes.

Sanmartí y Marchán (2015) advierten que para superar esta dificultad y lograr el efecto deseado en cuanto a educación, es necesario reinventar la enseñanza de las ciencias y por ende la escuela, siendo las estrategias didácticas innovadoras y atrayentes una posible ruta que permita superar las dificultades descritas, para así potenciar en los estudiantes habilidades tales como el trabajo colaborativo, el pensamiento crítico y reflexivo, e ir más allá, por ejemplo: que sus ideas y conocimientos logren interpretar y dar respuesta a los problemas que se les presente tanto en el cotidiano como en lo laboral, esto solo se logrará cuando se conecte el conocimiento científico con

el mundo real, es allí donde los maestros juegan un papel primordial pues deben adaptarse a las exigencias educativas de sus estudiantes y que la sociedad les presenta.

Ahora bien, el concepto de mundo abordado en el documento de los lineamientos curriculares para el área de ciencias naturales y educación ambiental, proporcionados por el MEN<sup>9</sup> están dados bajo la concepción propuesta por el filósofo alemán Edmund Husserl, un mundo en el que todos comparten, científicos y no científicos, desde la cotidianidad. Esta concepción invita a lograr el acercamiento entre el mundo de las teorías científicas con el mundo de la vida (en el que cada quien ve desde su propia óptica) y a pensar que la ciencia no debe ser enseñada desde la mera transmisión de verdades absolutas pues es una construcción de carácter humano, debe ir más allá, para lograr así que el estudiante logre la comprensión del mundo que rodea, es allí donde nace la importancia de enseñar Ciencias Naturales en la escuela pues la finalidad de dicha cátedra es lograr que el estudiante pueda entender el mundo, de modo que logre poner a dialogar distintas perspectivas, las que ha venido construyendo durante su proceso de crecimiento y las que le presenta el contexto en particular que lo rodea, la cultura que lo acoge y su experiencia de vida.

En concordancia con Sanmartí y Marchán (2015) el Ministerio de Educación Nacional (1998) en sus lineamientos establece la importancia del papel que juega el maestro en la enseñanza de las ciencias naturales, pues es él quien debe tener la capacidad de conocer las características de sus estudiantes y la perspectivas que tienen acerca del mundo que lo rodea, es decir, debe saber identificar quién es el estudiante que llega al aula de clase. Es así como sobre el docente recae la obligación de planear, diseñar las actividades y proponer los objetivos de aprendizaje que le

---

<sup>9</sup> MEN: Ministerio de Educación Nacional

permitan impactar de manera positiva la comunidad en la que el estudiante se encuentra, con la aplicación de las ideas y teorías científicas.

Todo profesor de ciencias naturales y educación ambiental debe educar para la construcción permanente de valores adecuados a las necesidades actuales para una mejor sociedad en términos de calidad de vida, en otras palabras, le corresponde elaborar y asumir los programas curriculares como transitorios, como hipótesis de trabajo que evolucionan a medida que la práctica señala aspectos que se deben modificar, resignificar, suprimir o incluir, según la época y la cultura, preocupándose más por evaluar los procesos de aprendizaje, que unos resultados desligados de un verdadero desarrollo del pensamiento y debe considerarse corresponsable de los logros que obtengan sus alumnos (Ministerio de Educación Nacional - MEN, 1998).

### **2.2.1 Conocimiento científico**

Es evidente que en la sociedad actual es indispensable el uso del conocimiento científico gracias al avance tanto de la ciencia y la tecnología durante el último siglo, sin embargo, es apreciable que la educación básica continúa estando aferrada a un sistema de enseñanza tradicional que no le da importancia a este tipo de conocimiento o a la enseñanza misma de las Ciencias Naturales. Huamán (2011) en su artículo la enseñanza de las Ciencias Naturales en la educación básica advierte:

Muchos docentes caen en el error de creer que la enseñanza de las Ciencias Naturales se limita al dictado y/o exposición de los contenidos, mutilando la capacidad de desarrollo psíquico e intelectual de sus alumnos. Las consecuencias de esta nefasta práctica docente se ven reflejadas cuando los alumnos pasan al nivel secundario creyendo que la ciencia es

engorrosa y aburrida. Debemos recordar que enseñar en esencia, es enseñar a aprender. El docente moderno debe dinamizar y enriquecer los intereses de los alumnos convirtiéndose en un guía sagaz y afectuoso que ayuda al adolescente a edificar su propia educación (p. 146).

De igual modo Hodson (2003) en su libro "La educación científica una alternativa para el futuro", destaca la importancia del maestro de ciencias en la transformación de las prácticas de aula que se han venido dando, pues son ellos quienes deben desarrollar nuevos métodos de enseñanza y aprendizaje, tendientes a hacer mayor énfasis en la participación del estudiante, en adoptar en el aula unas mayores relaciones entre la ciencia la tecnología y la sociedad y hacer menos énfasis en la instrucción directa y absolutista de la ciencia, pues se trata de educar personas que se enfrentan al complejo mundo de hoy.

### **2.2.2 Enseñanza aprendizaje**

En concordancia Carrascosa (2005), plantea que en el proceso de enseñanza aprendizaje de la ciencia se deben tener en cuenta esas ideas alternativas que los estudiantes poseen y que giran en torno a ciertos conceptos científicos, lo cual propicia que se den errores conceptuales que son persistentes y que suponen un obstáculo para el aprendizaje.

Carrascosa (2005) cita a Bachelard (1938) con el objeto de recalcar que tanto la presencia de los errores conceptuales como la de las concepciones alternativas que llevan a los alumnos a cometer errores, es algo que ya se conocía desde hace mucho tiempo:

A menudo me ha sorprendido el hecho de que los profesores de ciencias, más aún que los demás si cabe, no entienden que no se comprende. No han reflexionado sobre el hecho de

que los adolescentes llegan a clase con conocimientos empíricos ya constituidos; se trata pues, no de adquirir una cultura experimental, sino de cambiar de cultura experimental, de derribar los obstáculos ya acumulados por la vida cotidiana"(p.188).

Sin embargo, Carrascosa (2005) señala que durante años la enseñanza - aprendizaje de conceptos teóricos y la comprensión de los mismos era un tema poco abordado por los investigadores, debido a que estaban centrados en dar respuesta a cómo mejorar en aspectos tales como la resolución de problemas y la implementación de prácticas de laboratorio. El supuesto en el que esta situación se apoyaba se encontraba en que los estudiantes obtenían buenas puntuaciones en las evaluaciones teóricas, lo cual se atribuía a la simple repetición memorística.

En 1979 con la tesis doctoral de Viennot, gracias a la relevancia de los resultados obtenidos en esta investigación se inicia el proceso de estudio de las ideas alternativas de los estudiantes, desde al campo investigativo y escolar, en la actualidad se ha consolidado como una línea de investigación didáctica, la cual “no se ha limitado, claro está, a describir los errores más frecuentes sino que ha ido acompañada también de un profundo cuestionamiento de la enseñanza habitual” (Carrascosa, 2005).

Duit y otros (2005) citado en Furió, Solbes & Carrascosa (2006) afirman:

Otra consideración actual que ha sido asumida por los investigadores en este dominio es aquella que hace referencia a que las concepciones alternativas no han de ser vistas como un impedimento al aprendizaje sino como un punto de partida necesario con el que se ha de contar para llegar a construir los nuevos conocimientos científicos Es decir, las concepciones de los estudiantes son, queramos o no los profesores, sus hipótesis de partida que hay que tener en cuenta en la (re)construcción de los conocimientos científicos (p. 3).

Por tanto para Scott, Asoko & Leach (2007) el estudio de los errores conceptuales, debe evolucionar hasta llegar al cambio de estas concepciones alternativas, apoyándose en el modelo de enseñanza constructivista, para que se llegue al aprendizaje del concepto científico. Furió, Solbes & Carrascosa (2006) en su artículo “Las ideas alternativas sobre conceptos científicos: tres décadas de investigación. Resultados y perspectivas”, apoyan lo planteado por Scott y sus colaboradores, pues destinan un apartado para explicar cómo las ideas alternativas se convierten en punto de partida para el cambio conceptual en los estudiantes cuando son trabajados desde el modelo constructivista:

Durante una primera etapa los errores conceptuales cometidos por los alumnos fueron vistos como obstáculos a derribar o concepciones contra las que había que luchar. No obstante pronto se constató el fracaso de la enseñanza habitual para superar el problema. Los resultados obtenidos mostraron que algunas de estas concepciones no constituyen unas cuantas ideas dispersas sino que, en general, se hallan integradas en la mente formando verdaderos esquemas conceptuales, dotados de una cierta coherencia interna. Estos esquemas ya no son vistos como errores o como algo negativo, sino como estructuras cognitivas que interaccionan con la información que llega desde el exterior y que juegan un papel esencial en el aprendizaje. Se habla así de estrategias diseñadas para cambiar los esquemas conceptuales (p. 6).

Los expertos en el cambio conceptual lo describen como el proceso de aprendizaje mediante el cual el estudiante modifica sus concepciones sobre un fenómeno, a partir de la reestructuración o integración de nueva información a sus esquemas mentales ya existentes. En concordancia Pozo (1999) citado en Raynaudo y Peralta (2017), concibe el cambio conceptual “como el proceso por el cual los conceptos de un sujeto se transforman”. La expresión “enseñanza por cambio

conceptual” se refiere a la aplicación de estrategias instruccionales que (a) tomen en cuenta el conocimiento previo y experiencias del estudiante, (b) identifiquen preconcepciones comunes, (c) orienten la planificación de actividades más adecuadas para el entendimiento de los conceptos en ciencia y (d) estimulen al estudiante a modificar o crear una estructura cognitiva para el nuevo conocimiento modificado o construido (Mahmud & Gutiérrez, 2010). Es decir, la aplicación del modelo constructivista de cambio conceptual requiere identificar las ideas alternativas de los estudiantes acerca de un fenómeno y usar diferentes estrategias para ayudar a modificar su estructura cognoscitiva, y por ende la transformación de las mismas.

Raynaudo y Peralta (2017) en su artículo “Cambio conceptual: una mirada desde las teorías de Piaget y Vygotsky” abordan las conexiones entre nociones provenientes del campo del cambio conceptual y algunos aspectos de las teorías de Piaget y Vygotsky; en cuanto a conocer cómo los sujetos desarrollan nuevas estructuras cognitivas y cómo las modifican al mismo tiempo discuten las nociones de teoría implícita y concepto científico desde las teorías del cambio conceptual. De igual modo hacen un recorrido por los distintos autores que han abordado el tema:

Hemos visto que para Posner et al. (1982), el proceso de cambio conceptual se desencadena ante la generación de un conflicto cognitivo. Sin embargo, para Chi (1992), el cambio conceptual ocurriría cuando un concepto se reasigna de una categoría ontológica a otra. Vosniadou (2003), por su parte, incorpora al proceso de reestructuración conceptual la relevancia del entorno social. Este autor presenta la variable interacción social como un elemento clave que puede facilitar u obstruir el proceso de cambio conceptual. (p.145)

En cuanto a las teorizaciones que Raynaudo y Peralta (2017) tuvieron en cuenta para enunciar sus conclusiones que:

Vygotsky (2007), sostiene que el aprendizaje se construye a partir de la relación dialéctica entre los pseudo conceptos y los conceptos científicos. En cambio, para Piaget (2001), la formación de los conceptos científicos es un proceso espontáneo que ocurre a lo largo del curso normal de desarrollo. Para Piaget, las teorías implícitas no serían pseudo conceptos ni cimientos a partir de los cuales se construirían los conceptos científicos, sino que constituyen errores que el niño abandonará en una determinada etapa de su desarrollo. Desde este punto de vista, las posturas de Posner et al. (1982) y Chi (2008) se alinean más a Piaget, ya que consideran las teorías implícitas como aquellas que el niño abandona en pos de aprender las ideas correctas. Por su parte, Vosniadou y Brewer (1992) critican esta postura por simplista, ya que sostienen que, luego de la instrucción, en las personas suelen convivir dos versiones de los hechos: la científica y la intuitiva. Estos autores se adhieren, desde nuestra perspectiva, a una concepción más Vygotskiana de formación de conceptos (p.145).

Las conexiones presentadas entre los cuerpos teóricos por Raynaudo y Peralta (2017) aportan un amplio marco teórico y permiten aclarar la idea de lo que el cambio conceptual significa en términos de construcción del conocimiento científico.

Si bien, tanto la teoría de Piaget como la de Vygotsky se enfocaron en el desarrollo de la mente mientras que la teoría del cambio conceptual se enfoca en cómo se adquieren y modifican los conceptos, podemos posicionar al cambio conceptual como uno de los mecanismos por los que la mente se desarrolla y se complejiza (Raynaudo & Peralta, 2017, pág. 139).

### 2.2.3 Simulación

Acerca de la incorporación de las herramientas TICs en el aula Martín Sánchez (1999) en su artículo *Reflexiones sobre la enseñanza de la Química* sostiene que “Nos interesaría también llamar la atención sobre el uso de las nuevas tecnologías en la enseñanza: video, ordenador e internet que muchas veces se consideran la panacea y que, evidentemente, se deben de utilizar pero de forma adecuada”, de igual modo hace algunas precisiones en cuanto al uso adecuado de estas herramientas.

Todos los medios, métodos y técnicas pueden ser interesantes si se utilizan de forma adecuada, porque todos tienen ventajas e inconvenientes. El éxito estará en saber utilizarlos buscando un equilibrio entre todas las posibilidades y sin olvidar que lo contrario de lo bueno, aunque imperfecto, puede ser igual de bueno o incluso mejor. Esta búsqueda del equilibrio, que debe ser un ideal de comportamiento en enseñanza. (Martín Sánchez, 1999, p. 190).

Con relación al uso de una simulación por el ordenador en la enseñanza de conceptos propios de la ciencia expone que:

El ordenador en Química es de gran utilidad: en simulaciones de reacciones químicas, para entender la estructura tridimensional de las moléculas y sus posibilidades de rotación, para comprobar cómo puede variar un fenómeno al variar cualquiera de las magnitudes que intervienen en él, como procedimiento para realizar ejercicios en una enseñanza programada. Sin embargo, para que los alumnos entiendan y aprendan los conocimientos fundamentales es importante que comiencen escribiendo de su puño y letra; de esta forma se fijan más.

Además, está comprobado que al mover la mano se actúa sobre el cerebro por lo que se favorece el aprendizaje (p. 188).

Las simulaciones dentro del ámbito de la enseñanza han venido siendo utilizadas en distintos campos (medicina, instrucción militar, arquitectura entre otros) desde hace ya un tiempo, gracias a que permiten reducir los costos que en algunos casos (simulación de vuelo) pueden ser altos, al igual que reducen riesgos posibles que se producirían en la situación real. Entre ellas las simulaciones modernas que utilizan el computador se tienen simulaciones para: el entrenamiento de astronautas, simulaciones computacionales de relaciones económicas, climáticas y ecológicas o juegos de empresa.

Para Flechsig & Schiefelbein (2003), el alumno desempeña un rol o actúa en un entorno simulado (analógico o digital) para practicar y desarrollar capacidades de acción y decisión en situaciones de la vida real. Suele parecer que está jugando, sin embargo, reacciona frente a situaciones que tienen elementos fundamentales de la realidad.

Quien participa en este modelo, hace como “si la situación simulada” —en el juego— fuera real. Aprende en una analogía de esa realidad: muñecas en lugar de personas vivas, cajones de arena en vez de paisajes reales, o un simulador de vuelo en lugar de la verdadera cabina de mando del piloto en un avión en vuelo. Estos ejemplos señalan que en las simulaciones, tanto el aprender como el ambiente de aprendizaje no son exactamente como “en la realidad”, sino que sólo se asemejan en lo posible o necesario. Al mismo tiempo permiten observar, representar o asumir una situación sin afectar a personas o a la situación real y se evita el peligro a los participantes. Las consecuencias negativas —para el alumno que lo está

haciendo y para otros— se eliminan o reducen considerablemente (Flechsigt & Schiefelbein, 2003, p. 129).

En las simulaciones por computador los estudiantes actúan como en la realidad. Realizan actividades definidas (físicas e intelectuales) en un aparato que representa las características más selectivas de los ambientes reales, a través del cual dan instrucciones para manipular objetos o sistemas sofisticados, de modo que los estudiantes que encuentren, fundamenten y presenten decisiones y soluciones a problemas específicos. Las interacciones se procesan a través de programas que permiten apreciar los “resultados” de las instrucciones (en figuras, gráficos o cifras). Pueden utilizar o crear grandes cantidades de datos del sistema con que “juegan” y generan interacciones de un alto grado de complejidad y de gran cercanía a la realidad. (Flechsigt, 2003)

Como ya se mencionó a través del uso de las simulaciones es posible generar conocimientos de acción y decisión para así de esta manera desarrollar competencias prácticas. Ahora los principios didácticos identificados en esta herramienta son:

- Aprendizaje jugando (a diferencia del aprendizaje en situaciones reales o serias) o aprender haciendo.
- Aprendizaje con incertidumbre en que se enfrenta a una gran variedad de posibles secuencias de reacciones frente a cada decisión.
- Aprendizaje anticipatorio en que se aprende a través de la anticipación de posibles situaciones futuras.
- Aprendizaje aplicado que une realización de tareas con el uso de conocimientos previos.

Al trabajar con simulaciones por computador el docente debe desempeñar el rol de facilitador, pues debe introducir a los participantes en el juego y luego “observar” la actuación de los estudiantes para, posteriormente evaluar y comentar.

Desde hace varios años han surgido investigaciones y publicaciones de docentes en las áreas de ciencias y matemáticas que han venido evidenciando buenos resultados, demostrando que el uso de esta herramienta tecnológica favorece el aprendizaje de conceptos, que sin esta mediación son difíciles de aprender por parte de los estudiantes, bien sea por su nivel de complejidad para ser asimilados o por estar ligados a procedimientos que se dificultan en el contexto escolar, como es el caso del concepto densidad. Torres (2012) apoya este planteamiento en su investigación cuando hace referencia a algunos investigadores que se han ocupado del tema y sus hallazgos:

Torres & Soler (2003) profundizan en la aplicabilidad y pertinencia didáctica de este tipo de recursos en el marco del aprendizaje de las ciencias especialmente la física, Esquembre, Martín, Wolfgang, & Belloni (2004) plantean específicamente los buenos resultados en el aprendizaje de la física al usar aplicaciones informáticas en el aula. Finalmente, Rosado & Herreros (2009), señalan un balance en términos de ventajas y desventajas del uso de aplicaciones como laboratorios virtuales, remotos y applets (p. 162-163)

En concordancia con Martín Sánchez (1999), el que se utilice una simulación no pretende reemplazar por ningún motivo las prácticas de laboratorio “los experimentos en la enseñanza de la Química seguirán siendo imprescindibles para que sea significativo para los alumnos lo que el profesor les intenta explicar” (p. 189). Básicamente se vislumbra en las simulaciones un gran potencial didáctico en la enseñanza de la ciencia, pues puede ser utilizado a modo de laboratorio virtual, de manera que los estudiantes puedan modificar variables, predecir resultados, realizar

medidas, etc., permitiendo una auténtica experimentación simulada con aspectos que son complicados de desarrollar en el ámbito escolar, por el costo tiempo y recursos; por lo tanto su mayor aporte apunta a que este tipo de herramienta permite que la experiencia se repita las veces que sea necesario hasta su comprensión, sin representar costos adicionales o riesgos al estudiante que debe estar sujeto a supervisión del docente en una práctica de laboratorio.

## **2.3 Marco conceptual**

### **2.3.1 Densidad**

En el siglo III A.C. Arquímedes considera que: “La causa por la que algunos sólidos se hunden es el exceso de su peso por encima del peso del agua” (Laín, 2003), haciendo mención por vez primera del concepto de densidad, explicando la relación entre la masa y la capacidad de flotación de los cuerpos.

De acuerdo a “De Architectura de Vitrubio” (Oliver Domingo, 1997), una nueva corona había sido fabricada para Hierón II (tirano que gobernó a Siracusa desde el año 265 hasta el 215 a. C.). Él le pidió a Arquímedes determinar si la corona estaba hecha de oro sólido o si le habían agregado plata. Arquímedes sabía que la corona, de forma irregular, podría ser aplastada o fundida en un cubo cuyo volumen se puede calcular fácilmente comparando con la masa. Pero el rey no estaba de acuerdo con estos métodos, pues llevaría a la destrucción de la corona.

Desconcertado, Arquímedes se dio un relajante baño de inmersión, y observando la subida del agua caliente cuando él entraba en ella, descubrió que podía calcular el volumen de la corona de oro mediante el desplazamiento del agua. Tuvo una revelación, se dio cuenta que la cantidad de agua que se derramaba era igual en volumen que el espacio que ocupaba su cuerpo. De repente

este hecho le dio el método para diferenciar una corona de oro y plata de una corona de puro oro. Ya que la medida de la plata ocupa más espacio que el equivalente de la medida de oro. Estaba tan entusiasmado con su descubrimiento que corrió desnudo por las calles de Grecia gritando Eureka! Eureka! ((Εύρηκα! en griego, que significa: "Lo encontré").

La historia de la corona dorada no aparece en los trabajos conocidos de Arquímedes, pero en su tratado Sobre los cuerpos flotantes él da el principio de hidrostática conocido como el principio de Arquímedes.

Este plantea que:

...todo cuerpo sumergido en un fluido experimenta un empuje vertical y hacia arriba igual al peso del volumen de fluido desalojado es decir dos cuerpos que se sumergen en una superficie (ej: agua), y el más denso o el que tenga compuestos más pesados se sumerge más rápido, es decir, tarda menos tiempo, aunque es igual la distancia por la cantidad de volumen que tenga cada cuerpo sumergido (Serway & Jewett, 1999, p137).

Galileo en 1611 planteó que la relación entre las densidades de un cuerpo y el medio en el que éste flota o se hunde. Consideró inicialmente desde la observación que el volumen del agua que sube cuando se introduce un objeto en el fluido y el volumen del sólido sumergido es la misma que la razón entre la superficie del agua circundante y la misma superficie más la base del sólido, lo cual llevó a Galileo a inferir que el volumen de agua que sube cuando se sumerge un sólido no es igual al volumen completo sumergido sino sólo la parte del volumen debajo del nivel inicial del agua.

Hablar del concepto densidad y de su evolución se podría partir del hecho por cual este no existe por sí solo, es decir es referenciado a partir de los elementos que interactúan entre sí para darle origen: la masa y el volumen lo cual nos lleva a entender dicha definición como una definición relacional o de transposición (Fiscalab, 2017).

Entonces se entiende que la densidad es una variable intensiva, ya que no depende de la masa o de la extensión del sistema razón por la cual la densidad necesita de las definiciones de masa y volumen.

En Física y Química, la densidad (del latín densitas, -ātis), usualmente se simboliza mediante la letra rho  $\rho$  del alfabeto griego. Se define como un sistema relacional entre la masa y el volumen, por tal razón se dice que la densidad es una medida utilizada en la ciencia para determinar la cantidad de masa contenida en un determinado volumen o espacio dado, pero además la separación entre los átomos que la componen. El modelo matemático tomado como el cociente entre la masa y el volumen da la densidad ( $\rho = m / v$ ) se puede aplicar para cualquier sustancia, no obstante ésta debe ser homogénea. Pues en sustancias heterogéneas la densidad va a ser distinta en diferentes partes. Si existen sustancias poco homogéneas se debe hacer un promedio de las cantidades existentes.

La densidad de una sustancia puede variar si se cambia la presión o la temperatura. En el caso de que la presión aumente, la densidad del material también lo hace; por el contrario, en el caso de que la temperatura aumente, la densidad en general baja. Sin embargo para ambas variaciones, presión y temperatura, existen excepciones, por ejemplo para sólidos y líquidos el efecto de la temperatura y la presión no es importante, a diferencia de los gases que se ve fuertemente afectada.

La densidad de los líquidos se puede medir a través de un instrumento llamado densímetro, sin embargo, en el laboratorio también se emplea el picnómetro o la probeta para tal fin, con estos instrumentos, inicialmente se determina la masa de la sustancia teniendo como base la masa del recipiente que lo contiene, posteriormente, se determina un volumen de líquido exacto para establecer la relación que permite conocer la densidad de la sustancia objeto de estudio. Con respecto a la densidad de los sólidos, en general, una vez se conoce la masa del sólido, se recurre al principio de Arquímedes para determinar el volumen de un objeto específico a partir del desplazamiento de un líquido (Serway, Jewett, & Romo, 2005).

Se pueden presentar obstáculos para el aprendizaje del concepto de densidad de los cuerpos a causa de la dificultad que presenta el estudiante para diferenciar los conceptos masa, volumen y densidad, los cuales son de naturaleza abstracta, para Nakamatsu (2012) esto se debe a la incapacidad de relacionar el mundo macroscópico con el mundo microscópico por parte del estudiante, a causa de la dificultad para manejar un aprendizaje en múltiples niveles (macro, simbólico y sub micro). Según Raviolo, Moscato, & Schnersch (2005) algunas de esas dificultades son las ideas alternativas que los estudiantes poseen sobre estos conceptos, entre las cuales están:

- No diferencian los conceptos masa, volumen y densidad: atribuyen características de uno a otro.
- Relacionan a la densidad con una de las variables (masa o volumen) y no con la relación entre ellas.
- No consideran que sea una propiedad intensiva, que no cambia con la cantidad.

- No la asocian como una propiedad característica de una sustancia, que permite diferenciarla de otras sustancias.

- No tienen en cuenta la influencia de la temperatura (o la presión en los gases) sobre la densidad.

- Confunden cambios de forma con cambios de volumen y, por lo tanto, con cambios de densidad

- Confunden viscosidad con densidad.

Para Palacios y Criado (2016) la densidad se considera un concepto formal porque se trata de una magnitud, no directamente perceptible; (como lo son el peso o el volumen), que además está definida en función de otras dos; amén de que la relación entre estas es un cociente (no es multiplicativa como el caso de los lados de un rectángulo y su área, estudiados en Educación Primaria).

### **2.3.2 Masa**

Masa es un concepto que identifica a aquella magnitud de carácter físico que permite indicar la cantidad de materia contenida en un cuerpo. Dentro del Sistema Internacional, su unidad es el kilogramo (kg.). Esta noción, que tiene su origen en el término latino *massa*. También es definida como una propiedad intrínseca de un cuerpo, que mide su inercia, es decir, la resistencia del cuerpo a cambiar su movimiento (Fiscalab, 2017).

### 2.3.3 Volumen

Volumen significa, de un modo general, la corpulencia, bulto o envergadura de una cosa. Proviene del latín *volūmen*, que significa ‘rollo’, en referencia a los rollos de papiros, pergamino o tela donde se asentaban los manuscritos antes de la aparición del libro, de allí que hoy día también se denomine volumen a un libro, ya se trate de una obra completa o de cada uno los tomos que la constituyen (Fiscalab, 2017).

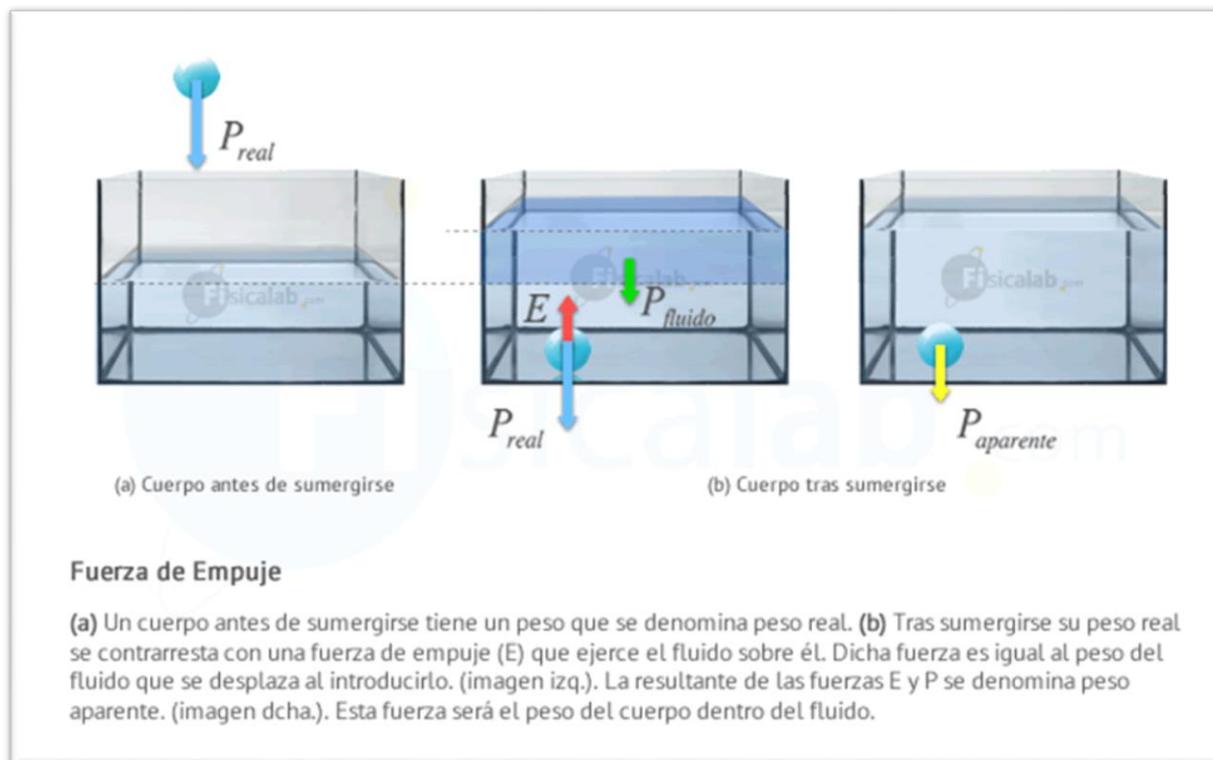
En ciencias naturales, como volumen se considera el espacio ocupado por un cuerpo, es decir, su magnitud física comprendida en tres dimensiones: largo, ancho y alto. La unidad de medida del volumen es el metro cúbico ( $m^3$ ). Se puede medir el volumen de un objeto de manera práctica al introducirlo en una probeta graduada con un poco de agua. La diferencia de nivel del líquido con el objeto sumergido dentro y sin él se toma como referencia de su volumen. Aunque también existen, desde luego, fórmulas matemáticas que nos permiten calcular el volumen de diferentes cuerpos geométricos, como un cilindro, una esfera, un cubo, una pirámide, un prisma o un cono (Fiscalab, 2017).

La densidad y el volumen tienen una relación inversa entre sí. Si la densidad aumenta, el efecto será una disminución de volumen. En contraste, si el volumen aumenta, la densidad disminuye. El volumen específico corresponde al espacio ocupado por la unidad de masa. En ese sentido, es la magnitud inversa a la densidad. Pensemos, por ejemplo, en un bloque de hierro y uno de piedra pómez exactamente iguales. Ambos ocupan el mismo espacio, es decir, tienen el mismo volumen específico, pero debido a que el hierro presenta una densidad mayor, sus pesos específicos difieren enormemente (Fiscalab, 2017).

### 2.3.4 Principio de Arquímedes

El principio de Arquímedes plantea que “la magnitud de la fuerza de flotación sobre un objeto siempre es igual al peso del fluido desplazado por el objeto” (Serway & Jewett, 1999, p. 396). En alguna ocasión se ha podido comprobar que un objeto se vuelve menos pesado en el agua, esto sucede debido a que cualquier cuerpo dentro de un fluido sufre una fuerza con la misma dirección y sentido contrario a su peso. Esa fuerza, denominada fuerza de empuje  $E$  o fuerza de flotación, corresponde al peso del fluido desalojado al introducir el cuerpo en él, esta fuerza es la que hace que el cuerpo parezca más ligero.

A este fenómeno se le conoce como flotación, el cual consiste en la pérdida aparente de peso de los objetos sumergidos en un líquido, esto sucede porque cuando un objeto se encuentra sumergido dentro de un líquido, el líquido ejerce presión sobre el objeto al igual que lo hace sobre todas las paredes del recipiente que lo contiene. Las fuerzas laterales ocasionadas por la presión hidrostática, que actúan sobre el cuerpo se equilibran entre sí, es decir, tienen el mismo valor para la misma profundidad. Esto no sucede para las fuerzas que actúan sobre la parte superior e inferior del cuerpo, las cuales son opuestas, el peso que lo empuja hacia abajo y la fuerza de empuje que lo empuja hacia arriba, la resultante de estas dos fuerzas se dirige hacia arriba y es la que se conoce como fuerza de flotación o empuje que actúa sobre el objeto tratando de impedir que este se hunda en el líquido. Figura 1.



**Figura 1. Fuerza de empuje**

Fuente: (Fiscalab, 2017)

Entonces el peso del cuerpo dentro del fluido se llamará peso aparente y será igual al peso real que tenía fuera de él menos el peso del fluido que desplaza al sumergirse (o fuerza de empuje).

Matemáticamente se expresa así:

$$P_{\text{aparente}} = P_{\text{real}} - P_{\text{fluido}}$$

Ahora, para conocer el peso del fluido, se tiene que:

$$P_{\text{fluido}} = E = d \cdot V \cdot g$$

En donde,

P: fluido es el peso del fluido que se desplaza al sumergir un cuerpo en él, que es equivalente a E que es la fuerza de empuje que experimenta el cuerpo sumergido

$d$ : es la densidad del fluido desplazado

$V$ : es el volumen del fluido desalojado

$g$ : es la gravedad

Es importante recordar que la fuerza de flotabilidad que actúa sobre un objeto sumergido depende del volumen del objeto. Los objetos pequeños desplazan pequeñas cantidades de agua, y sobre ellos actúan fuerzas de flotabilidad pequeñas. Los objetos grandes desplazan grandes cantidades de agua, y sobre ellos actúan grandes fuerzas de flotabilidad. Es el volumen del objeto sumergido, y no su peso, lo que determina la fuerza de flotabilidad. Sin embargo, en la flotación sí interviene el peso de un objeto. Que un objeto se hunda o flote en un líquido depende de cómo se compara la fuerza de flotabilidad con el peso del objeto. Éste a la vez depende de la densidad del objeto (Hewitt, Conceptos de Física, 2009).

Examina las siguientes tres reglas sencillas:

1. Si un objeto es más denso que el fluido en el que se inmerge, se hundirá.
2. Si un objeto es menos denso que el fluido en el que se inmerge, flotará.
3. Si la densidad de un objeto es igual que la densidad del fluido en el que se inmerge, ni se hundirá ni flotará (Hewitt, 2009, p.255).

De igual modo si se analiza desde el peso real del objeto que se sumerge en un fluido pueden suceder tres posibles situaciones.



**Figura 2. Flotación**

Fuente: (Fiscalab, 2017)

- Si el peso del objeto es mayor a la fuerza de empuje: el cuerpo comenzará a descender en el fluido hasta llegar al fondo. En este caso el volumen del fluido desalojado es idéntico al volumen del cuerpo sumergido.
- Si el peso del objeto es igual a la fuerza de empuje: el objeto sumergido se quedara hundido en el fluido pero flotando en su interior, es decir estará en equilibrio en el interior del fluido, asimismo, el volumen del fluido desalojado es idéntico al volumen del cuerpo.
- Si el peso del objeto es menor a la fuerza de empuje: El objeto subirá a la superficie y flota permaneciendo en equilibrio. En este caso, el volumen del fluido desalojado es una parte del volumen del objeto, ya que parte de este no se encuentra sumergido.

### **3. Metodología**

#### **3.1 Contexto empírico de la investigación**

La presente investigación se desarrolló en la Institución Educativa Técnica Comercial Las Américas sede central. Institución de carácter público ubicada en la comuna 8 del municipio de Santiago de Cali- Valle del Cauca, cuenta con el ciclo completo de educación desde preescolar hasta educación media, forma a una población mixta de estrato socio económico que oscila de cero a tres, cuenta con una infraestructura tanto en la planta física como con la planta de maestros y la intensidad horaria dispuesta para el nivel noveno para la catedra de ciencias naturales es de tres horas a la semana dedicados específicamente a la biología según el plan de estudios que establece que las asignaturas Física y Química aparecen a partir de grado décimo.

#### **3.2 Enfoque y tipo de investigación**

Este estudio es de corte mixto, en el cual se pretende hacer una lectura de la realidad al interior del aula de clase durante los períodos en los cuales los estudiantes de noveno reciben la clase de ciencias naturales, ya que con los resultados obtenidos, del test inicial y final; más la encuesta de satisfacción, se realizaron gráficas y tablas, donde se calcularon una serie de valores numéricos y porcentuales los cuales fueron analizados, además de la observación y registro de la experiencia, a partir del diario de campo, llegar a construir un conocimiento acerca de las ventajas que trae consigo la aplicación de una propuesta didáctica innovadora (que para este estudio en particular está basada en simulaciones relacionadas al concepto densidad).

La investigación tiene un enfoque IAP (Investigación Acción Participación), pues este estudio pretende acentuar la participación y la reflexión tanto del investigador como de los estudiantes inmersos en el estudio, puesto que la docente que realiza la investigación (participa activamente en ella) es la encargada de realizar el análisis de la situación inicial y final de los estudiantes al ser aplicada la propuesta didáctica. Por ello la investigadora será la encargada de hacer la reflexión y proponer los cambios que debe hacerse a la propuesta para alcanzar óptimos resultados.

### **3.3 Diseño de la investigación**

El diseño de esta investigación es de corte no experimental pues el docente investigador no tiene el control de las variables lo cual lo limita para influir sobre ellas y sus efectos, porque implica la mera observación de los hechos después de ocurridos.

La metodología empleada para llevar a cabo este estudio está orientada en el diseño, aplicación y evaluación de una propuesta didáctica basada en el uso de simulaciones por computador como estrategia para promover el uso del pensamiento científico en los estudiantes de grado noveno.

Para alcanzar los objetivos propuestos se establecieron las siguientes actividades que se describen a continuación

Actividad 1: Diseño y elaboración de un pre-test o prueba de entrada (ver anexo A), que fué aplicado de igual modo como pos-test (prueba de salida), para ello se realizó una búsqueda y revisión bibliográfica relacionado con el concepto densidad y los conceptos concomitantes a él (como son masa, volumen, flotación, empuje entre otros) con el objeto de aportar ideas en el

desarrollo de esta actividad. Dicha prueba consta de 24 preguntas validada por expertos<sup>10</sup>, 16 de ellas clasificadas como tipo I<sup>11</sup> (de selección múltiple con única respuesta) y 8 preguntas abiertas en las que el estudiante debía justificar o explicar su respuesta, de las cuales emerjan subcategorías aporten información más precisa acerca de las ideas alternativas que poseen los estudiantes en torno al concepto densidad.

De igual modo se elaboraron los instrumentos para evaluar el cuestionario. Como el cuestionario contenía preguntas abiertas y cerradas, se hizo necesario elaborar una plantilla de evaluación (ver anexo B) y una matriz de valoración (ver anexo C), la primera para las preguntas de selección múltiple con única respuesta y la segunda para las preguntas que necesitaban justificación.

Actividad 2: se aplicó el pre-test con el objeto de obtener los conceptos previos que los estudiantes de grado 9° poseían frente al concepto densidad, para así identificar los conceptos previos con respecto a él y a los conceptos asociados (masa, volumen, empuje, flotación).

Estos pre-conceptos son el punto de partida para establecer cuáles son las dificultades e ideas alternativas que ellos poseen y se debe tener presente pues da un panorama del estado de los estudiantes al momento de diseñar y aplicar la propuesta didáctica de modo que se logre el cambio conceptual y así llegar al aprendizaje del conocimiento científico.

---

<sup>10</sup> Uno de ellos un docente colega de la Institución Educativa las (quien imparte clase de Ciencias Naturales en la básica secundaria) y el otro una docente vinculada en la enseñanza de la Química a nivel superior (Maestría en Educación – Universidad ICESI).

<sup>11</sup> Preguntas tipo I: son preguntas que constan de un enunciado y cuatro opciones de respuesta, de las cuales solo una de estas responde adecuadamente a la pregunta.



**Figura 3. Estudiantes durante la Aplicación del pre-test**

Actividad 3: De acuerdo con los resultados obtenidos de la prueba de entrada se inicia el diseño e implementación de la propuesta didáctica, para lo cual se planificaron una serie de actividades organizadas en dos momentos y desarrolladas en varias sesiones de clase. En vista que al interior de las actividades de la propuesta está contemplado el trabajo con simulaciones computacionales como herramienta para afianzar los conceptos vistos en clase, se procede a hacer

la selección de aquellas cuyas características estén alineadas con los objetivos y los resultados de aprendizaje esperados, de esta selección se decidió trabajar con dos simulaciones de la página simulaciones phet<sup>12</sup>. Para la ejecución de las actividades se prepararon guías de trabajo con objetivos precisos para cada actividad, para la primera guía con el enlace: [https://phet.colorado.edu/sims/density-and-buoyancy/density\\_es.html](https://phet.colorado.edu/sims/density-and-buoyancy/density_es.html) y para la segunda guía con el enlace [https://phet.colorado.edu/sims/density-and-buoyancy/buoyancy\\_es.html](https://phet.colorado.edu/sims/density-and-buoyancy/buoyancy_es.html) ,

Las guías describen todas las actividades a desarrollar por el estudiante, con las cuales deben poner en diálogo el aprendizaje teórico con lo práctico, tanto en el aula como en el manejo de la herramienta virtual. En ellas aparecen una serie de procedimientos para que los estudiantes ejecuten, acompañados por preguntas relacionadas con el contenido a trabajar, cuyo objetivo principal apunta a que los estudiantes adelanten razonamientos en los cuales realicen deducciones, contrastes, relaciones y elaboren sus propias conclusiones de la actividad desarrollada, la evidencia de este desarrollo debe ser entregado a la profesora al finalizar cada sesión a fin de evaluar cada tema y de esta manera verificar si el objetivo se ha cumplido.

Cabe anotar que el trabajo se realizó en equipos de cuatro estudiantes durante las sesiones de clase, fomentando el trabajo colaborativo y habilidades de índole comunicativo e interpersonales, para lo cual los estudiantes pusieron en juego no solo su disposición para el desarrollo de las actividades, sino también manifestaron actitudes positivas, tales como el respeto, la comunicación asertiva y el compromiso en el cumplimiento de roles dentro del equipo.

---

<sup>12</sup> Phet: es un sitio para simulaciones interactivas para ciencias (física, biología, química, Earth Sciences) y matemáticas a nivel de primaria, secundaria, bachillerato y Universidad, de la Universidad de Colorado en Boulder, USA, que proporciona simulaciones interactivas matemáticas y científicas basadas-en-ciencia, divertidas y gratuitas. Las simulaciones están escritas en Java, Flash o HTML5, y pueden correrse en-línea o descargarse a su computadora/servidor Moodle. Todas las simulaciones son de código abierto (Moodle, 2017).

Los momentos de la propuesta se organizaron de la siguiente manera (estarán explicados en detalle en el Capítulo 5 del presente documento):

Momento 1: Actividad Introdutoria: Laboratorio Exploratorio

Momento 2: Aplicación de la guía de trabajo con las simulaciones

Momento 3: Socialización de resultados y formulación de conclusiones

Actividad 4: se aplicó sin previo aviso el cuestionario pos-test (que es el mismo pre-test) con el propósito de determinar si efectivamente se da un cambio conceptual que se espera, pasando de la condición inicial para llegar al aprendizaje del concepto.



**Figura 4. Estudiantes durante el pos-test**

En las figuras 5, 6 y 7 se muestran las respuestas dadas en la prueba de salida por parte de tres de los estudiantes que participaron en la investigación, los cuales mostraron un avance significativo a partir de los puntajes totales obtenidos en el pos-test quienes evidenciando un nivel de avance significativo entre la prueba de entrada y la de salida (ver tablas 14 y 15) los cuales están referenciados bajo los códigos A1, B4 y C8.

**PREGUNTAS ABIERTAS**

Conteste las preguntas de la 17 a la 25 justificando su respuesta.

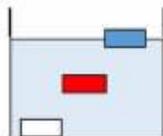
**17. Si tienes un recipiente con agua, depositas en él un trozo de madera, otro de papel aluminio, un clip y un trozo de loopor, ¿qué esperas que suceda? Explica. \***

Según sus densidades, si son mayores a la del agua quedarán en el fondo, y si son menores quedarán en equilibrio o flotando en la superficie, teniendo en cuenta esto quedarán así:  
 El clip se sumerge hasta el fondo.  
 El loopor se queda en la superficie y con una cuarta parte sumergida.  
 El aluminio se sumerge tres cuartas partes.  
 El trozo de madera se sumerge pero queda en la superficie.

**18. Si tienes en cuatro recipientes igual cantidad de agua, aceite, alcohol y miel, introduces en cada uno de ellos un cubo de hielo, ¿en cuál de los recipientes flotará el hielo y en cual no? Explica. \***

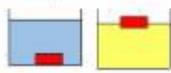
En el recipiente con agua flota y se sumerge la mitad.  
 En el recipiente con aceite se sumerge pues el aceite es menos denso que el hielo.  
 En el recipiente con miel el hielo flota porque tiene menos densidad que la miel.  
 En el recipiente con alcohol el hielo se sumerge y queda en equilibrio.

**19. Según la situación ilustrada ¿Qué diferencia existe entre los objetos que se encuentran en este recipiente con agua? \***



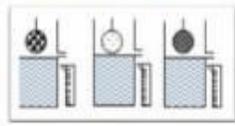
Sus densidades son diferentes por lo tanto se sumergen o flotan en distintos espacios del agua, el azul es menos denso que los demás por eso flota, el rojo está en equilibrio por lo tanto flota en la mitad y el blanco se sumerge porque tiene mayor densidad que el agua.

**20. ¿Cómo explicarías lo que sucede en la ilustración, en la que dos objetos del mismo material con igual masa y volumen se encuentran dentro de dos recipientes con líquidos distintos? \***



En el primero hay agua o una sustancia menos densa que el objeto y en el segundo la sustancia puede ser parecida a la miel con una densidad mayor que la de el agua por lo tanto el objeto flota.

**21. Responde las preguntas con relación al siguiente enunciado: Considera tres esferas de igual forma y volumen, pero de materiales diferentes (plástico, aluminio y hierro, respectivamente) para que tengan distinta masa, como aparece en la ilustración:**



**22. si mides el agua desplazada por inmersión ¿en qué caso se desplazará más agua? ¿Porque? \***

En todos se desplazara de manera igual porque tienen el mismo volumen.

**23. ¿Cambiará el volumen de agua desplazada si una vez sumergido el objeto se baja a más profundidad? \***

No, porque esto ya ha sido desplazado y ocupa el mismo espacio o cualquier profundidad.

**24. Si tomamos un cubo de madera y un cubo de aluminio que tengan la misma masa, podríamos decir que el volumen de los dos cubos es igual sí o no y ¿por qué? \***

No porque el aluminio es mas denso que la madera.

**25. ¿Cómo explicarías la situación de los submarinos A y B, a que se debe que uno este sumergido y el otro pueda flotar? \***



Esto se debe a que para sumergir el submarino B deben aumentar su masa pero no peso y para volver a la superficie llenan sus tanques con agua salada y oxígeno, lo cual disminuye su densidad por lo tanto flota.

Figura 5. Respuestas al pos-test del participante B4

**PREGUNTAS ABIERTAS**

Contesta las preguntas de la 17 a la 25 justificando tu respuesta.

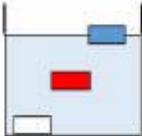
17. Si tienes un recipiente con agua, depositas en él un trozo de madera, otro de papel aluminio, un clip y un trozo de icopor, ¿qué esperas que suceda? Explica. \*

que el clip se hunda ya que este al ser un metal es más denso, que la madera flote ya que es menos denso que el agua, que el icopor también flote y el papel de aluminio se hundirá dependiendo de su peso.

18. Si tienes en cuatro recipientes igual cantidad de agua, aceite, alcohol y miel, introduces en cada uno de ellos un cubo de hielo, ¿en cuál de los recipientes flotará el hielo y en cual no? Explica. \*

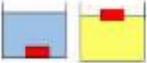
en el agua flota por que el hielo es menos denso, en el alcohol creo que no flotaría porque el alcohol es el menos denso, en el aceite probablemente no flote porque el aceite es menos denso, y en la miel si flota al ser el líquido más denso.

19. Según la situación ilustrada, ¿Qué diferencia existe entre los objetos que se encuentran en este recipiente con agua? \*



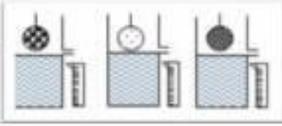
todos tienen el mismo volumen pero diferente masa esto hace que su densidad varíe.

20- ¿Cómo explicarías lo que sucede en la ilustración, en la que dos objetos del mismo material con igual masa y volumen se encuentran dentro de dos recipientes con líquidos distintos? \*



esto pasa por la densidad del líquido, en el líquido 1 el fluido es menos denso que el cubo, en el líquido 2, el fluido es más denso que el cubo.

21. Responde las preguntas con relación al siguiente enunciado: Considera tres esferas de igual forma y volumen, pero de materiales diferentes (plástico, aluminio y hierro, respectivamente) para que tengan distinta masa, como aparece en la ilustración:



22. si mides el agua desplazada por inmersión ¿en qué caso se desplazará más agua? ¿Porque? \*

todos desplazan el mismo volumen de agua.

23. ¿Cambiará el volumen de agua desplazada si una vez sumergido el objeto se baja a más profundidad? \*

no, porque el agua que se desplaza es igual al volumen de del cuerpo, este al sumergirlo más no cambia su volumen.

24. Si tomamos un cubo de madera y un cubo de aluminio que tengan la misma masa, podríamos decir que el volumen de los dos cubos es igual si o no y ¿por qué? \*

no, porque la madera es un material menos denso que aluminio, esta tendría más volumen.

25. ¿Cómo explicarías la situación de los submarinos A y B, a que se debe que uno este sumergido y el otro pueda flotar? \*



se debe a que el submarino B aumenta su densidad.

BLOGGIF

Figura 6. Respuestas del pos-test participante A1

Conteste las preguntas de la 17 a la 25 justificando tu respuesta

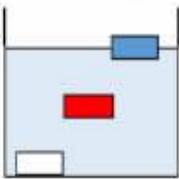
17. Si tienes un recipiente con agua, depositas en él un trozo de madera, otro de papel aluminio, un clip y un trozo de icopor, ¿qué esperas que suceda? Explica: \*

solo flota la madera, papel de aluminio, icopor por que la densidad de el fluido es mayor que estos tres objetos, al contrario con el clip su densidad es mayor que la de el fluido

18. Si tienes en cuatro recipientes igual cantidad de agua, aceite, alcohol y miel, introduces en cada uno de ellos un cubo de hielo, ¿en cuál de los recipientes flotará el hielo y en cual no? Explica. \*

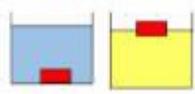
en el agua liquida flota, en la miel flota esto ya a que la densidad de los fluidos es mayor a la del hielo, en el aceite se hundia lentamente hasta llegar a el fondo y en el alcohol se funde hasta llegar a el fondo significa que el hielo tiene mayor densidad.

19. Según la situación ilustrada ¿Qué diferencia existe entre los objetos que se encuentran en este recipiente con agua? \*



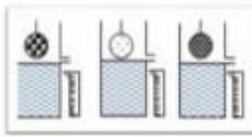
la diferencia es que los objetos son de diferentes materiales, por obvia razon tiene diferentes densidades y esto da un efecto diferente en cada uno e ellos

20. ¿Cómo explicarías lo que sucede en la ilustración, en la que dos objetos del mismo material con igual masa y volumen se encuentran dentro de dos recipientes con líquidos distintos? \*



ya que que las densidades de los fluidos son diferentes en este caso la miel es la de mayor densidad por ende este objeto(clip) flota

21. Responde las preguntas con relación al siguiente enunciado: Considera tres esferas de igual forma y volumen, pero de materiales diferentes (plástico, aluminio y hierro, respectivamente) para que tengan distinta masa, como aparece en la ilustración:



22. si mides el agua desplazada por inmersión ¿en qué caso se desplazará más agua? ¿Porque? \*

desplazan la igual cantidad de agua ya que tiene el mismo volumen

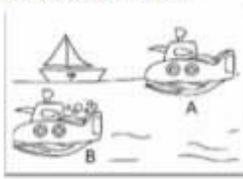
23. ¿Cambiará el volumen de agua desplazada si una vez sumergido el objeto se baja a más profundidad? \*

si cambió el volumen por que lo colocamos mas fuerza a el objeto para que llegue hasta el fondo

24. Si tomamos un cubo de madera y un cubo de aluminio que tengan la misma masa, podríamos decir que el volumen de los dos cubos es igual si o no y ¿por qué? \*

tiens volumen diferentes por que son de diferentes materiales y diferentes tamaños

25. ¿Cómo explicas la situación de los submarinos A y B, a que se debe que uno este sumergido y el otro pueda flotar? \*



se sumerge cuando aumenta su densidad esto hace que flote

Edimex 2015/05/17 08:45

**Figura 7. Respuestas del pos-test participante C8**

Actividad 5: se diseñó y aplicó una encuesta de satisfacción y aceptación del uso de simulaciones en la enseñanza de la ciencia (ver anexo D). Este instrumento consta de 10 preguntas con los siguientes indicadores: muy de acuerdo, de acuerdo y desacuerdo, con el propósito de

evaluar que piensan los estudiantes de la implementación de una estrategia didáctica basada en simulaciones por computador para facilitar el aprendizaje de conceptos científicos.

A continuación marca con una (X) las preguntas de satisfacción y aceptación de acuerdo a la

Indicador	Muy de acuerdo	Acuerdo	Desacuerdo
Creo que el área de Química se puede estudiar mejor utilizando una simulación.		X	
Una simulación es un complemento importante a la clase de química.		X	
La simulación me ayudó a obtener mejores resultados en mi aprendizaje.		X	
La simulación tiene un contenido interactivo que facilita su uso.			X
La simulación permite trabajar de forma autónoma.		X	
La simulación tiene una organización clara y ordenada del material de estudio.			X
Me gustó el trabajo desarrollado con la simulación.			X
Logro resolver con facilidad las actividades propuestas en la simulación.		X	
Se le facilita el uso del computador para estudiar y aprender los temas de la materia y sus propiedades.	X		
Se sintió motivado(a) al utilizar la simulación.			X

siguiente tabla. (Muy de acuerdo, acuerdo, desacuerdo). Marca solo un cuadro por pregunta.

A continuación marca con una (X) las preguntas de satisfacción y aceptación de acuerdo a la

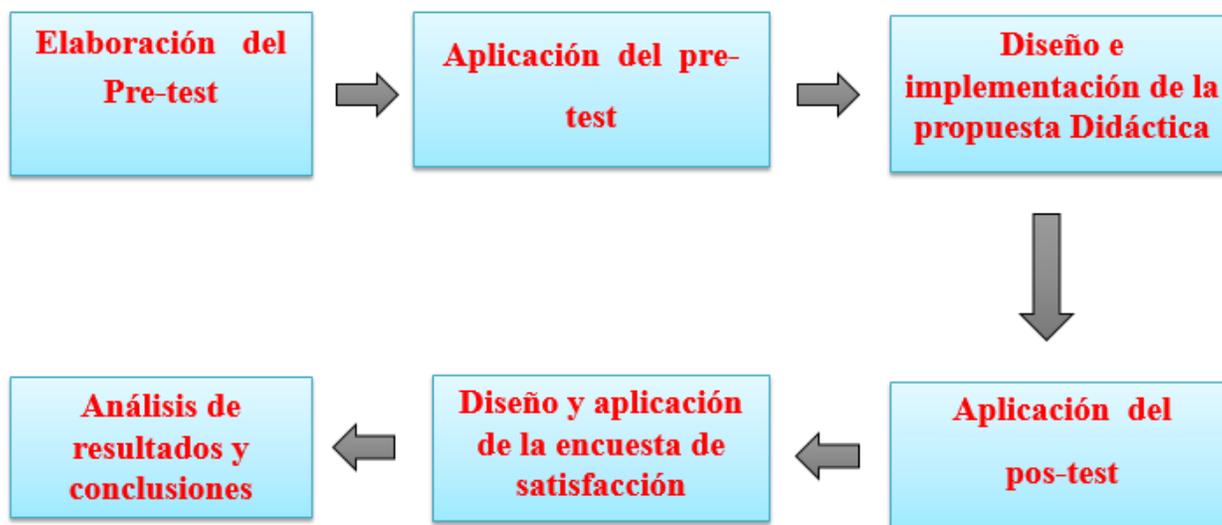
Marlon Trichez Ramirez 9-1

Indicador	Muy de acuerdo	Acuerdo	Desacuerdo
1- Creo que el área de Química se puede estudiar mejor utilizando una simulación.	X		
2- Una simulación es un complemento importante a la clase de química.	X		
3- La simulación me ayudó a obtener mejores resultados en mi aprendizaje.	X		
4- La simulación tiene un contenido interactivo que facilita su uso.	X		
5- La simulación permite trabajar de forma autónoma.	X		
6- La simulación tiene una organización clara y ordenada del material de estudio.			X
7- Me gustó el trabajo desarrollado con la simulación.	X		
8- Logro resolver con facilidad las actividades propuestas en la simulación.		X	
9- Se le facilita el uso del computador para estudiar y aprender los temas de la materia y sus propiedades.			X
10- Se sintió motivado(a) al utilizar la simulación.		X	

**Figura 8. Encuestas de satisfacción y aceptación diligenciadas por los participantes**

Actividad 6: se realizó el análisis con todos los datos de la información que arrojaron las pruebas de entrada y salida (pre-test y pos-test) y el cuestionario de satisfacción y aceptación. Se formulan las conclusiones y recomendaciones del trabajo de investigación.

El siguiente diagrama presenta las actividades desarrolladas en este trabajo de investigación:



**Figura 9. Diagrama de actividades desarrolladas en este trabajo de investigación**

### **3.4 Descripción de los sujetos de la investigación**

Esta propuesta didáctica se implementó al interior de la clase de Ciencias Naturales con un total de ciento veinte tres estudiantes pertenecientes al grado noveno de la jornada de la mañana; esto gracias a que se intervienen los tres grupos de noveno de dicha jornada (cuya población oscila entre 37 y 43 estudiantes en cada grupo) con edades similares (entre los 13 – 17 años). La aplicación se realizó en el espacio dispuesto para cada uno de los grupos dentro de la institución educativa, el laboratorio y la sala de sistemas. Cabe anotar que los estudiantes participantes provienen del sector en el que se encuentra ubicada la institución educativa, siendo mínimo el porcentaje de estudiantes que habitan otras zonas de la ciudad.

A los estudiantes se les informó que harían parte de una investigación basada en una nueva manera de enseñar y de aprender el concepto densidad, en el marco de la Maestría en Educación

de la Universidad ICESI. Esta manera distinta de transmitir los conceptos pretende propiciar el aprendizaje y la participación activa tanto de los estudiantes como del docente. Para atraer el interés en los estudiantes a participar se les comunica que el desarrollo de la propuesta influirá únicamente de manera positiva en la evolución de su desempeño. De igual modo se comunicó a sus acudientes y se gestionaron los consentimientos (ver anexo E) para el desarrollo de la investigación.

La muestra fué no probabilística, a partir del estudio de un grupo focal de diez estudiantes de cada grupo del nivel noveno, es decir, un total de 30 estudiantes, representados por 16 mujeres y 14 hombres, que fueron sometidos a la implementación de la propuesta didáctica basada en simulaciones por computador y que fueron identificados con las letras A, B y C de acuerdo al grupo al que pertenecen (9-1, 9-2 y 9-3). Se analizó la composición de la muestra teniendo en cuenta el comparativo entre los resultados obtenidos en la prueba individual inicial y la prueba posterior a la implementación de la propuesta. La población de estudio fué seleccionada de manera aleatoria, tomando de cada uno de los tres grupos estudiantes a partir de los desempeños superior, alto y básico respectivamente (3, 3 y 4).

En este estudio es importante identificar las ideas previas de los estudiantes frente a los conceptos relacionados con la densidad de los cuerpos (propiedad específica de la materia), por lo cual se realizó una prueba de entrada en la que se pretende constatar algunas de las concepciones alternativas o errores conceptuales presentes en los estudiantes y a partir de ellos se diseñó la propuesta didáctica que se muestra en este estudio.

### **3.5 Instrumentos para recoger la información**

El test que aparece en la presente investigación contiene situaciones relacionadas con el concepto de densidad, está constituido por 24 preguntas dividido en dos secciones, la primera con preguntas de selección múltiple con única respuesta y la segunda con preguntas abiertas. Dichas situaciones están relacionadas especialmente con el volumen de líquido que es desplazado por un sólido y la flotabilidad de los cuerpos teniendo en cuenta su densidad y la del líquido en el que está inmerso. Como se llevó a cabo la construcción de este instrumento fue explicado en la actividad No 1 del diseño de la investigación.

En el cuestionario las preguntas aparecen enumeradas y ordenadas iniciando con las preguntas de selección múltiple con única respuesta, finalizando con las preguntas abiertas. La prueba se caracterizó por que a medida que se avanza en la prueba aumenta la complejidad de las preguntas. Otro de los aspectos que se tuvo en cuenta al momento de elaborar la prueba fué el hecho de incluir gráficos que facilitaran la interpretación y posterior resolución de la pregunta.

Se consideró conveniente someter el instrumento a validación antes de ser aplicado a los estudiantes; para lo cual la primera versión del test se solicitó a dos profesores realizar dicha tarea. Uno de ellos un docente colega de la Institución Educativa las (quien imparte clase de Ciencias Naturales en la básica secundaria) y el otro una docente vinculada en la enseñanza de la Química a nivel superior (Maestría en Educación – Universidad ICESI). Para que esta tarea fuera llevada a cabo por los expertos, fue necesario comunicar el propósito de la misma en cuanto a: la identificación del cambio del volumen de un líquido cuando un cuerpo es sumergido en él, comparación e identificación de distintas sustancias a partir de su densidad y algunas de las situaciones cotidianas relacionadas con la flotación de los cuerpos.

A partir de esta validación, se generó el ajuste y la elaboración del test definitivo a aplicar, las observaciones apuntaron a mejorar la redacción de tres preguntas para que así de esta manera no cayeran en ambigüedad que generará confusión a los estudiantes. Finalizado el proceso de validación, se aplicó sin previo aviso el cuestionario ajustado y corregido a los estudiantes pertenecientes al grupo focal, para lo cual se dispuso de una hora.

Otro instrumento que se diseñó y se aplicó en esta investigación es la encuesta de satisfacción y aceptación del uso de una simulación en la enseñanza de la ciencia, cuya descripción ha sido detallada en la actividad 5 del diseño metodológico

### **3.6 Análisis de la información**

Recogidos los datos para su análisis, se procedió a aplicar las plantillas de valoración para evaluar el test. Como se comentó anteriormente para calificar las preguntas de selección múltiple con única respuesta (16 ítems) se utilizó una plantilla de evaluación (anexo C) que tenía como calificación dos puntos por cada respuesta correcta (ponderación total 32 puntos).

Para el caso de las preguntas abiertas (8 ítems), se diseñó una rúbrica o matriz de valoración, que contenía las diversas explicaciones que fueron obtenidas de los resultados del pre-test que constituyen las categorías (referenciadas en la tabla 3). En esta matriz se asignaron cuatro niveles de desempeño dados en orden y puntaje creciente de 0 a 3 (ponderación para esta sección de la prueba equivalente a 24 puntos), de este modo el puntaje máximo a obtener en la prueba es de 56 puntos.

Para redactar la descripción de cada nivel se tuvo en cuenta el siguiente criterio:

Nivel 0: no contesta y si lo hace le falta coherencia. Equivale a cero puntos.

Nivel 1: desconoce el concepto fundamental que da respuesta a la pregunta, los desaciertos son mayores a los aciertos. Equivale a 1 punto.

Nivel 2: reconoce el concepto fundamental y da respuesta correcta a la pregunta, sin embargo no justifica dicha respuesta, los fallos están en igual o menor cantidad que los aciertos. Equivale a 2 puntos.

Nivel 3: Responde de manera correcta y justifica haciendo uso del concepto por el cual se le pregunto. Equivale a 3 puntos.

Cada pregunta del cuestionario (tanto las de selección múltiple con única respuesta como las preguntas abiertas) se clasificaron y se incluyeron dentro de una de las categorías de análisis, que se establecieron al momento de elaborar el cuestionario. Dicha categorización aparece en la siguiente tabla:

**Tabla 5.**

**Categorías y variables**

<b>Categorías</b>	<b>Variables</b>	<b>Definición de las variables</b>
<b>Flotabilidad de Sólidos con distinta densidad</b>	Densidad Vs flotabilidad de sólidos en líquidos Empuje, peso real, peso aparente,	Densidad: Es una variable intensiva, ya que no depende de la masa o de la extensión del sistema razón por la cual la densidad necesita de las definiciones de masa y volumen.
<b>Flotabilidad de Líquidos con distinta densidad</b>		Flotabilidad: La flotabilidad de un cuerpo dentro de un determinado fluido dependerá de las diferentes fuerzas que actúen en el mismo y el sentido que presenten las mismas
<b>Flotabilidad de Sólidos con cambio de densidad</b>		Relación de densidades entre el sólido y el líquido donde se encuentra inmerso. Empuje: es la fuerza que un objeto experimenta cuando está sumergido en un fluido. Peso real: es la masa del objeto por la gravedad Peso aparente: es la diferencia entre el peso real y el peso del fluido

<b>Categorías</b>	<b>Variables</b>	<b>Definición de las variables</b>
<b>Volumen desplazado de un líquido frente al peso del objeto</b>	Volumen de líquido desplazado Vs Peso del objeto	Volumen desplazado de líquido: es aquel volumen que es desalojado cuando se introduce un objeto sólido en el recipiente que lo contiene.
<b>Volumen desplazado de un líquido frente a la profundidad de inmersión del objeto</b>	Volumen desplazado del líquido Vs profundidad de inmersión	Peso del objeto es igual a la masa por la gravedad Comprender el concepto de volumen y asociar el volumen desplazado por un cuerpo inmerso en un líquido con el volumen del cuerpo, no con el peso de este o la profundidad de inmersión.

Las categorías de análisis incluyen las preguntas de la prueba de la siguiente manera:

- Sólidos con distinta densidad recoge los Ítems: 5, 8, 11, 13, 14, 15, 16, 17, 19 y 23
- Líquidos con distinta densidad recoge los Ítems: 2, 3, 18, 20
- Sólidos con cambio de densidad recoge los Ítems: 12 y 24
- Volumen desplazado de un líquido frente al peso del objeto recoge los Ítems 1, 4, 6, 7, 9 y 21.
- Volumen desplazado de un líquido frente a la profundidad de inmersión del objeto Ítem 10 y 22.

#### 4. Análisis e interpretación de la información

Cuando se diseñó el cuestionario se dividió en dos secciones, la primera parte en preguntas tipo I (enumeradas de la 1 a la 16) y la segunda parte con preguntas abiertas las 8 restantes de las 24 preguntas. Por tal razón el análisis se realiza teniendo en cuenta esta división. Con los datos obtenidos del pre-test, pos-test y encuesta de satisfacción y aceptación se realizó un análisis cuantitativo con los siguientes criterios:

##### 4.1 Análisis de la sección con preguntas tipo I:

##### 4.1.1 Análisis comparativo de pre-test y pos-test

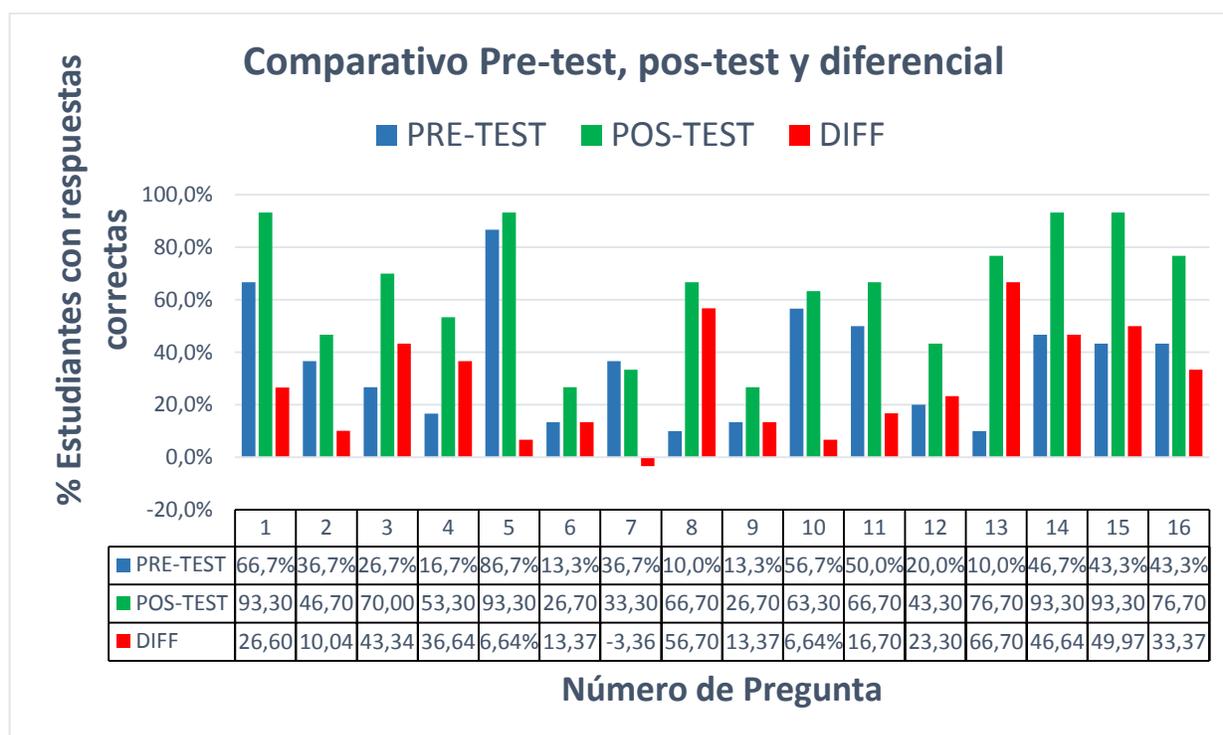


Figura 10. Gráfico comparativo pre-test, pos-test y diferencial

El gráfico presenta el comparativo del pre-test, pos-test y el diferencial, está distribuido en 48 barras por color e indica cada una de las preguntas de selección múltiple con única respuesta, realizadas a los 30 estudiantes de grado 9° de la Institución Educativa Técnico Comercial Las Américas. Las barras de color azul representa el resultado del pre-test, las barras de color verde representa el pos-test y seguidamente las barras de color rojo representa la diferencia entre el pre-test y el pos-test.

#### Análisis Pre-test

A la pregunta 5 del pre-test los estudiantes respondieron acertadamente con un porcentaje de 86,7% siendo esta la respuesta con mayor cantidad de aciertos en ser contestada que pertenece a la categoría volumen desplazado de un líquido frente al peso del objeto. Las preguntas 8 y 13 muestran un 10 % de aciertos de los estudiantes que respondieron adecuadamente, siendo estas las preguntas con menor cantidad de aciertos en ser contestada, las tres preguntas corresponden a la categoría flotación de sólidos con distinta densidad.

El análisis del pre-test de acuerdo a la gráfica (barras de color azul) indica que el promedio de respuestas buenas por los 30 estudiantes es de un 36%, lo cual no alcanza a superar la expectativa media de un 50% en preguntas acertadas, lo que determina que los estudiantes no dominan el concepto densidad y los relacionados a él.

#### Análisis Pos-test

Las barras de color amarillo representan las preguntas acertadas en el pos-test. De acuerdo a esto se puede observar que a las preguntas 1, 14 y 15 fueron aquellas en las que más acertaron los estudiantes con un 93,3%, y las preguntas 6 y 9 con menos aciertos con un 26,9%. El promedio

del porcentaje de preguntas que presentaron respuestas acertadas en el pos-test es de un 63,9 %, mejorando el comportamiento en relación del pre-test (36%) y la media esperada.

Se observa el diferencial muestra un comportamiento positivo al comparar las barras de color azul y verde, excepto en la correspondiente a la pregunta 7 que marca un comportamiento bajo en la barra diferencial de color rojo equivalente a -3,36 %, lo cual indica que en esta pregunta hay dificultad pues en lugar de aumentar disminuyó el número de estudiantes que acertaron su respuesta, corresponde a la categoría volumen desplazado de un líquido frente al peso del objeto, en coincidencia a esta categoría pertenecen las preguntas 6 y 9 que muestran un porcentaje bajo de respuestas acertadas tanto en el pre-test y el pos-test, por lo tanto el diferencial es bajo, este dato lleva a pensar que los conceptos y principios relacionados con esta categoría no han sido superados en su totalidad. Dentro de las preguntas que muestran un avance sustancial están 3, 4, 8, 12, 13, 14 y 15 que en su mayoría están asociadas a las categorías que contienen el concepto flotación y comparación de densidades de líquidos y sólidos.

En general se observó un comportamiento creciente en esta sección del cuestionario entre la aplicación del pre-test y a la del pos-test, posterior a la implementación de la propuesta didáctica que se diseñó que incluye el uso de simulaciones computacionales. Por lo cual se puede afirmar que se evidenció una tendencia creciente en el 81% de las preguntas del cuestionario exceptuando tres de ellas, la número 7 con porcentaje diferencial negativo y la 6 y la 9 que no mostraron mejora significativa entre una prueba y la otra. Las preguntas mostraron mayor avance entre el pre-test y el pos-test fueron 3, 4, 8, 12, 13, 14, 15 y las que mostraron un comportamiento similar en ambas pruebas 1, 2, 5, 10 y 11.

Tabla 6.

Tabla de distribución de respuestas del pre-test

Ítem	Correctas	% correctas	A	B	C	D	No responde
1	20	66,70%	<b>3,30%</b>	3,30%	26,70%	66,7%*	0,00%
2	11	36,70%	36,70%	0,00%	36,7%*	<b>23,30%</b>	3,30%
3	8	26,70%	<b>23,30%</b>	26,7%*	30,00%	20,00%	3,30%
4	5	16,70%	43,30%	16,7%*	<b>23,30%</b>	16,70%	0,00%
5	26	86,70%	<b>3,30%</b>	10,00%	0,00%	86,7%*	0,00%
6	4	13,30%	36,70%	13,3%*	30,00%	<b>20,00%</b>	0,00%
7	11	36,70%	23,30%	36,7%*	<b>16,70%</b>	13,30%	10,00%
8	3	10,00%	50,00%	10,00%	10,0%*	<b>23,30%</b>	6,66%
9	4	13,30%	13,30%	60,00%	<b>13,30%</b>	13,3%*	0,00%
10	17	56,70%	56,7%*	3,30%	<b>13,30%</b>	26,70%	0,00%
11	15	50,00%	26,70%	20,00%	50,0%*	<b>3,30%</b>	0,00%
12	6	20,00%	<b>20,00%</b>	36,70%	20,0%*	23,30%	0,00%
13	3	10,00%	10,0%*	<b>26,70%</b>	63,30%	0,00%	0,00%
14	14	46,70%	<b>6,70%</b>	46,7%*	46,70%	0,00%	0,00%
15	13	43,30%	<b>26,70%</b>	0,00%	0,00%	43,3%*	30,00%
16	13	43,30%					
Promedio general 36,0%			0,00%	43,3%*	0,00%	<b>26,70%</b>	30,00%

\*Opción correcta en cada ítem, el dato en negrilla el mejor distractor considerado y en cursiva mejor distractor seleccionado por el estudiante.

Tabla 7.

Tabla de distribución de respuestas del pos-test

Ítem	Correctas	% correctas	A	B	C	D	No responde	DIFF
1	28	93,30%	<b>3,30%</b>	0,00%	3,30%	93,3%*	0,00%	26,60%
2	14	46,70%	0,00%	23,30%	46,7%*	<b>30,00%</b>	0,00%	10,04%
3	21	70,00%	<b>3,30%</b>	70,0%*	10,00%	16,70%	0,00%	43,34%
4	16	53,30%	13,30%	53,3%*	<b>13,30%</b>	20,00%	0,00%	36,64%
5	28	93,30%	<b>0,00%</b>	23,30%	3,30%	93,3%*	0,00%	6,64%
6	8	26,70%	6,70%	26,7%*	66,70%	<b>0,00%</b>	0,00%	13,37%
7	10	33,30%	23,30%	33,3%*	<b>16,70%</b>	26,70%	0,00%	-3,36%
8	20	66,70%	13,30%	10,00%	66,7%*	<b>10,00%</b>	0,00%	56,70%
9	8	26,70%	43,30%	20,00%	<b>10,00%</b>	26,7%*	0,00%	13,37%
10	19	63,30%	63,3%*	20,00%	<b>16,70%</b>	0,00%	0,00%	6,64%
11	20	66,70%	16,70%	13,30%	66,7%*	<b>3,30%</b>	0,00%	16,70%
12	13	43,30%	<b>6,70%</b>	10,00%	43,3%*	40,00%	0,00%	23,30%
13	23	76,70%	76,7%*	<b>16,70%</b>	3,30%	3,30%	0,00%	66,70%
14	28	93,30%	<b>3,30%</b>	93,3%*	0,00%	3,30%	0,00%	46,64%
15	28	93,30%	<b>6,70%</b>	0,00%	0,00%	93,3%*	0,00%	49,97%
16	23	76,70%						
Promedio general 63,9%			10,00%	76,7%*	0,00%	<b>13,30%</b>	0,00%	33,37%

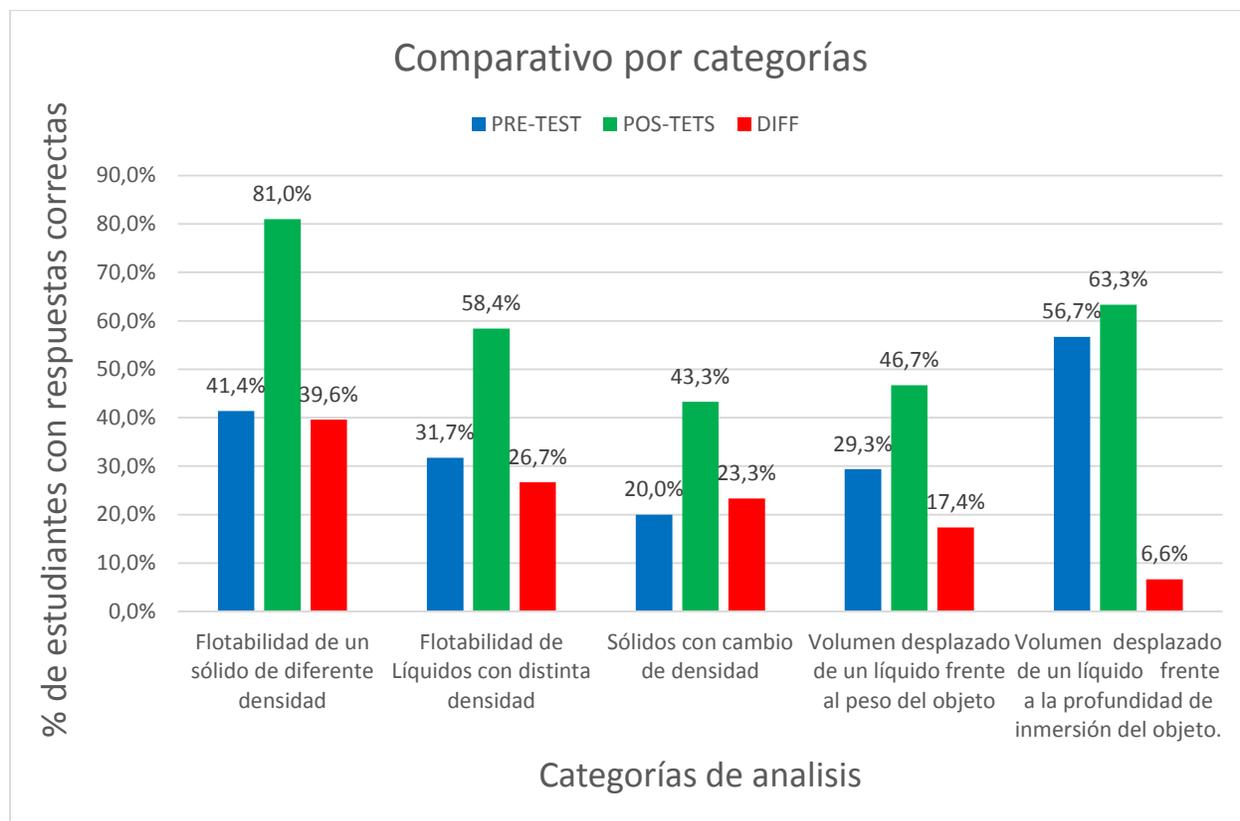
\*Opción correcta en cada ítem, el dato en negrilla el mejor distractor considerado y en cursiva mejor distractor seleccionado por el estudiante.

#### 4.1.2 Análisis por categorías de pre-test y pos-test

Lo anterior se puede resumir así: las preguntas del cuestionario que están incluidas en la categoría *flotabilidad de un sólido con distinta densidad y flotabilidad de un líquido con distinta densidad* (preguntas 2, 3, 5, 8, 13, 14, 15) presentaron un comportamiento positivo (véase gráfico comparativo por categorías). En el caso de las preguntas contenidas en la categoría *volumen desplazado de un líquido frente al peso del objeto*, en tres de las cinco preguntas es donde se detecta un bajo número de aciertos (preguntas 6, 7 y 9), es decir, podría decirse entonces que el menor avance en términos de cambio conceptual se ubica dentro de esta categoría. Lo anterior permite establecer que la causa probable de estos resultados se debe a la resistencia de las ideas alternativas que poseen los estudiantes a ser reemplazadas por el conocimiento científico, lo cual impide el cambio conceptual. De otro lado se tiene que las opciones de respuesta en el cuestionario incluyen un distractor, el cual se espera sea el seleccionado por el estudiante a primera vista sin detenerse a pensar mucho en la respuesta correcta. Este elemento aparece reflejado en la tablas de distribución de respuestas del pre-test (el porcentaje aparece en cursiva y negrilla), que para este caso en particular cumple con su función en la 15 y 16. Las respuestas seleccionadas por los estudiantes pueden dar la pista para señalar cuál es la confusión, dificultad o idea alternativa que posee el estudiante.

En cuanto a las categorías *volumen desplazado de un líquido frente a la profundidad de inmersión del objeto y sólidos con cambio de densidad*, en vista que de esta categoría en esta sección solo hay una pregunta; se espera que el análisis de las preguntas abiertas permita encontrar elementos de juicio para determinar si son categorías que requieren un esfuerzo mayor o un manejo

más profundo dentro de las actividades desarrolladas en la propuesta didáctica, para derribar las ideas alternativas.

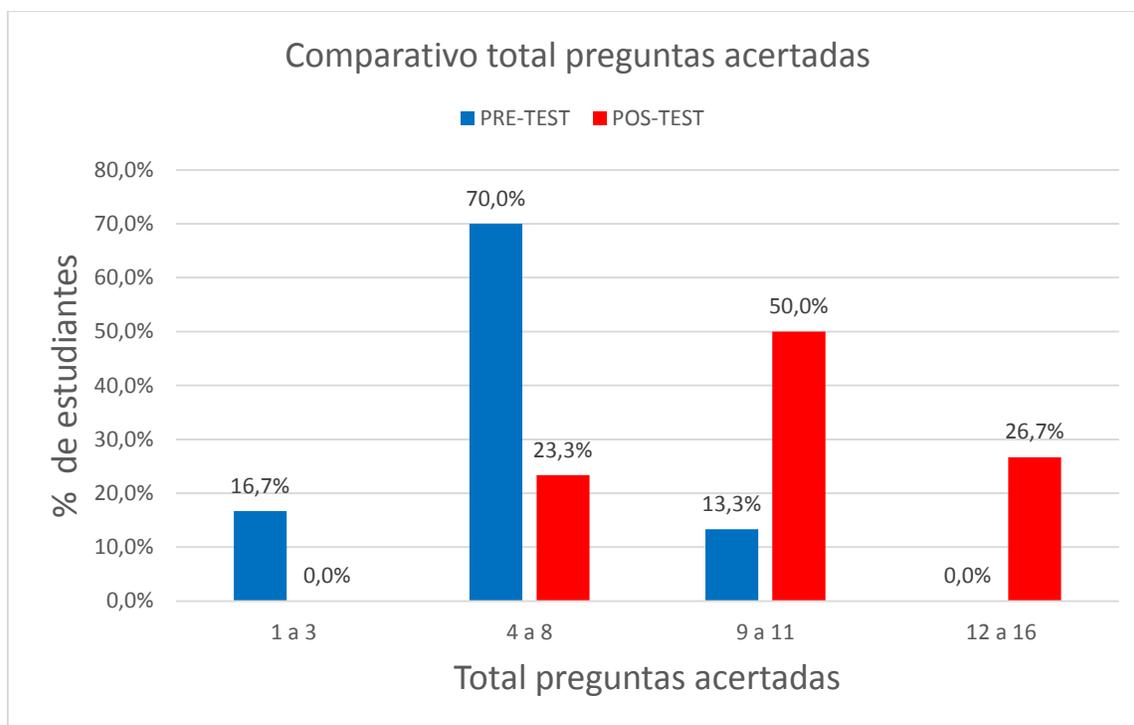


**Figura 11. Gráfico comparativo por categorías de análisis**

#### 4.1.3 Análisis de preguntas acertadas del pre-test y pos-test

En la gráfica se muestra la representación de preguntas acertadas tanto en el pre-test como en el pos-test teniendo en cuenta cuatro categorías originadas por el número de aciertos de manera creciente:

- 1- De 1 a 3
- 2- de 4 a 8
- 3- de 9 a 11
- 4- Por último de 12 a 16 preguntas acertadas.



**Figura 12. Gráfico comparativo total preguntas acertadas**

Si se observa en las barras azules muestra que el mayor porcentaje de estudiantes acertaron de 4 a 8 preguntas representado por un 70%, mientras que el porcentaje de los que respondieron acertadamente de 9 a 11 de las 16 preguntas abiertas del cuestionario es un porcentaje bajo del 13,3%, en cuanto a la categoría 12 a 16 preguntas no presenta dato, es decir ningún alumno alcanzó ese número de aciertos.

En contraste con los datos arrojados por el pos-test, se puede afirmar que se evidenció un avance en el rendimiento colectivo respecto al porcentaje de respuestas correctas, pues en las barras rojas no se observa dato en la primera categoría lo que indica que ningún estudiante contestó menos de cuatro preguntas de manera correcta. En cuanto a las dos categorías siguientes se ven que decrecen, pues del 70% se pasa al 23,3% el número de estudiantes que contestan de cuatro a 8 preguntas, pues un 36,7% migra a la categoría que indica que contesta de 9 a 11 preguntas

acertadamente. De manera similar sucede con la cuarta categoría que indica que 26,7% de estudiantes contestan entre 12 a 16 preguntas de manera correcta, dato inexistente en el caso del pre-test. Este análisis indica que se da un aumento considerable en la eficacia a la hora de responder las preguntas, confirmando de esta manera que la utilización de simulaciones en la enseñanza promueven el aprendizaje de conocimientos científicos y que logra derribar algunas de las ideas alternativas que los estudiantes poseen generando en ellos un cambio conceptual.

## **4.2 Análisis de la sección de la prueba preguntas abiertas**

### **4.2.1 Análisis por categorías de pre-test y pos-test**

En esta apartado se analizan los datos recogidos en la segunda sección de la prueba, correspondiente a las preguntas abiertas (de la 17 a la 24) con distintos niveles de desempeños (0, 1, 2, 3). Cabe anotar que las respuestas a estas preguntas han sido evaluadas con apoyo de una matriz de valoración (ver anexo C) que fue diseñada a partir de las categorías de análisis que surgieron a la hora de validar los resultados del pre-test.

Como ya se ha comentado anteriormente, los conocimientos previos que tenían los alumnos sobre el concepto densidad y los que tienen relación con él, debían tener diversos orígenes desde su experiencia de vida o ser producto de la enseñanza en anteriores etapas educativas. Se pudo constatar que, en la prueba de entrada, dejaban en blanco una gran cantidad de preguntas. Sin embargo, de las respuestas se lograron extraer las más recurrentes, que pueden simbolizar las ideas alternativas y que representan dificultades para el aprendizaje del estudiante, para poder explicarlas se hace de acuerdo con las categorías establecidas en este estudio.

**Tabla 8.****Número de estudiantes clasificados por niveles en la pregunta 17 (N=30)**

ÍTEM		NIVEL 0	NIVEL 1	NIVEL 2	NIVEL 3
		<b>0 puntos</b>	<b>1 punto</b>	<b>2 puntos</b>	<b>3 puntos</b>
<b>17</b>	Pre-test	24	3	3	0
	Pos-test	6	2	18	4

El análisis comparativo de la pregunta 17 pregunta basado en la frecuencia evidencia un incremento. Tomemos el 13% en el nivel 3 alcanzado por los estudiantes en el pos-test, lo cual significa que razonan de forma correcta y logran deducir que el trozo de madera, el icopor y el trozo de papel aluminio flota, mientras que el clip se hunde en el agua gracias a la diferencia de densidades entre sólidos y líquidos, situación que no sucedió en el pre-test pues este nivel no fue alcanzado por algún estudiante. De igual modo se observa que mientras en el pre-test el 80 % desconoce la respuesta a la pregunta en el pos-test el 20% no logra justificar su respuesta utilizando alguna propiedad o concepto diferente a la densidad de los materiales involucrados en la cuestión porcentajes correspondientes al nivel 0), lo más relevante en los datos arrojados por esta pregunta es el hecho que el 60% de diferencia que hay en este nivel entre una prueba y la otra migro hacia el nivel 2 en el pos-test, lo cual indica que los estudiantes utiliza el concepto densidad, sin embargo acude a otros conceptos que no tienen relación con el fenómeno descrito. Y un porcentaje muy bajo en ambas pruebas (10%), responde a la situación utilizando propiedades o conceptos distintos a la densidad, o sugiere que el icopor y el trozo de papel aluminio flotan, mientras que el clip y la madera se depositan en el fondo del recipiente. explica la situación utilizando propiedades o conceptos distintos a la densidad, o sugiere que el objeto más denso flota y el menos denso se hunde. En términos generales se puede decir que esta pregunta muestra un avance.

**Tabla 9.****Número de estudiantes clasificados por niveles en la pregunta 19 (N=30)**

Ítem		Nivel 0	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3
		0 puntos	1 punto	2 puntos	3 puntos
19	Pre-test	9	10	11	0
	Pos-test	2	8	15	5

Esta pregunta se encuentra ilustrada ¿Qué diferencia existe entre los objetos que se encuentran en este recipiente con agua? en el pre-test los porcentajes son similares (30%, 33,3% y 36,7 %) entre los que no contestaron, los que contestaron utilizando conceptos o propiedades distintas a la densidad y quienes señalan a la densidad como responsable del fenómeno pero no logran justificar su respuesta. En esta prueba ningún estudiante alcanzó el nivel 3 de desempeño. Por el contrario el pos-test muestra que hay evolución en el razonamiento unido a la justificación de la pregunta pues un 16% de los estudiantes se ubica en nivel 3, pues logran responder claramente identificando a la densidad como la que permite establecer diferencia entre sólidos y líquidos y por la cual se presenta este fenómeno, un 50 % (nivel 2) identifica a la densidad en el fenómeno, un 26,7% intenta explicarlo y no contesta el interrogante el 6% correspondiente a 2 estudiantes de 30.

**Tabla 10.****Número de estudiantes clasificados por niveles en la pregunta 23 (N=30)**

Ítem		Nivel 0	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3
		0 puntos	1 punto	2 puntos	3 puntos
23	Pre-test	18	6	5	1
	Pos-test	0	3	15	12

En el caso del ítem 23 cuando se pregunta por el volumen de cubos uno de madera y uno de aluminio con la misma masa, en el pre-test el 20 % de los estudiantes responden que el volumen

de los dos cubos es diferente, pero no logran justificar su respuesta en relación con la densidad (nivel 1) y más de la mitad (60%) no responde a la pregunta. Todo lo anterior se presenta pues los estudiantes deben conocer que si un cuerpo posee menor densidad que el líquido en el que se encuentra, flotará en éste; si su densidad es similar, flotará sumergido en el equilibrio y si la densidad del sólido es mayor que la del líquido este se hundirá. En cuanto al nivel 2 solo el 16,7% de los estudiantes lo alcanzan pues señalan al concepto pero no logran justificar y un porcentaje muy bajo (3,33) alcanza el nivel 3. En esta pregunta el avance es significativo en pos-test, pues el 40% está en nivel 3, es decir, logran deducir que el volumen de los dos cubos es diferente, debido a que la densidad de cada uno es particular gracias a que son de distintos materiales, entonces si la masa es igual, el volumen debe ser diferente. Ahora bien este dato sumado al porcentaje de los que ya reconocen el concepto densidad en el enunciado de la pregunta representa más de la mitad de los estudiantes para ser exactos el 90%, quedando solo un 10% de los estudiantes que no contestan la pregunta.

De esta categoría se puede decir que el avance fue notorio en las frecuencias de las tres anteriores preguntas al comparar los resultados del pre-test y el pos-test. Se observa que se comportan de manera similar a los datos que arrojó el análisis para esta categoría de las preguntas de selección múltiple con única respuesta, por tanto, se logra establecer que ya los estudiantes razonan y reconocen como es la relación entre la masa y el volumen con la densidad de los cuerpos, esto gracias a la animación de la simulación que permite comparar el volumen a la vez que muestra la masa y la densidad de los bloques de acuerdo al material del que está hecho.

**Tabla 11.****Número de estudiantes clasificados por niveles en la pregunta 18 (N=30)**

Ítem		Nivel 0	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3
		0 puntos	1 punto	2 puntos	3 puntos
18	Pre-test	22	6	2	0
	Pos-test	18	0	7	5

El enunciado es el siguiente: Una lancha de 300 kg de masa flota en el agua. Al subir a ella una persona de 70 kg de masa se hunde un poco más. ¿Cuántos litros desaloja? A lo cual responden en un alto porcentaje que de 300 a 70 litros, esta confusión se da por que no logran establecer que el volumen desalojado de agua es equivalente al peso del cuerpo, como en este caso el peso se incrementó 70Kg el volumen desalojado será 70 litros. El análisis comparativo de la pregunta 18 muestra que hay un porcentaje importante de estudiantes que no logran argumentar el fenómeno en el contexto de la pregunta, como se aprecia en el pre-test el 73% y en el pos-test un 60% no contestan la pregunta, continua siendo más de la mitad de los estudiantes los que están presentando dificultad para responder esta pregunta. De acuerdo a esto la disminución de una prueba a la otra en la pregunta es mínima. De esto se puede decir que aún no está clara la justificación de la de flotación de un mismo objeto cuando es sumergido en líquidos con densidades diferentes entre sí y con el objeto mismo.

Ahora el número de estudiantes que alcanzaron nivel 3 en esta pregunta no tienen representación en el pre-test (0%), mientras que el pos-test solo un 16% lo alcanza. Otra situación que llama la atención es que entre la prueba de entrada y salida un 43 % de los estudiantes reconoce que la densidad es la propiedad que permite que el hielo flote en el agua, el aceite y la miel y se hunde en al alcohol, basado en el valor de la densidad de cada líquido en comparación con la del

sólido, la simulación número dos permitía establecer relaciones entre la densidades la del objeto (en ese caso era un cubo de diversos materiales) con la de los líquidos involucrados en la pregunta.

**Tabla 12.**

**Número de estudiantes clasificados por niveles en la pregunta 20 (N=30)**

Ítem		Nivel 0	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3
		0 puntos	1 punto	2 puntos	3 puntos
20	Pre-test	14	8	8	0
	Pos-test	4	4	8	14

En la pregunta 20 el cuestionamiento es idéntico al planteado en la pregunta 18, con la variante que no se mencionan los materiales que están interactuando, solo una ilustración y se menciona que son dos objetos de igual masa y volumen, dejando al líquido en el misterio, se pretende en la pregunta que el estudiante traslade las experiencias desarrolladas durante la implementación de la propuesta, las explicaciones y los fenómenos al contexto de la pregunta para una mejor comprensión y toma de decisión en cuanto a cuál será la respuesta correcta.

En esta pregunta se ve un mejor desempeño con relación a la anterior pues el porcentaje de los que no contestan en el pos test disminuyó el 75%, de manera similar el porcentaje del nivel 3 aumentó en el pos-test pasando de 0% a un 46% y con relación al porcentaje de los estudiantes que logran identificar a la densidad como la propiedad responsable del fenómeno que se presenta, se obtuvo un 73% en el pos-test superando el 27% presentado en el pre-test.

De acuerdo a los resultados obtenidos en el pre-test en las preguntas que hacen parte de esta categoría se detectó, que los estudiantes presentan dificultad para relacionar la flotación de los cuerpos en líquidos con diferentes densidades. De igual modo muestran dificultad al momento de utilizar la relación  $m/V$  para justificar los fenómenos relacionados con las diferencias de masa

y volumen en cuerpos del mismo o distinto material. Es necesario en este caso utilizar una comparación de densidades para explicar el concepto de flotación de los cuerpos, para comprender que la densidad por ser una propiedad que es diferente en cada sustancia lo cual permite que se puedan diferenciar a partir de ella

**Tabla 13.**

**Número de estudiantes clasificados por niveles en la pregunta 24 (N=30)**

Ítem		Nivel 0	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3
		0 puntos	1 punto	2 puntos	3 puntos
24	Pre-test	18	11	1	0
	Pos-test	4	10	8	8

A esta categoría pertenecen la pregunta 24 y la 12 (primera sección del cuestionario) ambas apuntan a indagar que idea contempla el estudiante para explicar el fenómeno que se presenta cuando un objeto puede variar su densidad, por ende su flotabilidad en un líquido.

Es importante recordar que la fuerza de flotabilidad que actúa sobre un objeto sumergido depende del volumen del objeto. Los objetos pequeños desplazan pequeñas cantidades de agua, y sobre ellos actúan fuerzas de flotabilidad pequeñas. Los objetos grandes desplazan grandes cantidades de agua, y sobre ellos actúan grandes fuerzas de flotabilidad. Es el volumen del objeto sumergido, y no su peso, lo que determina la fuerza de flotabilidad. Esa fuerza es igual al peso del volumen de fluido desplazado [...] Sin embargo, en la flotación sí interviene el peso de un objeto. Que un objeto se hunda o flote en un líquido depende de cómo se compara la fuerza de flotabilidad con el peso del objeto. Éste a la vez depende de la densidad del objeto. Si la densidad de un objeto es igual que la densidad del fluido en el que se inmerge, ni se hundirá ni flotará. (Hewitt, Física conceptual, 2007)

Basados en la información anterior, se puede decir que lo que sucede con el submarino del enunciado de la pregunta 24, se necesita que varíe su peso, no el volumen, para tener la densidad adecuada para que se comporte como en cada una de las situaciones planteadas en la ilustración que acompaña a la pregunta, esto se explica gracias a que del exterior se admite o se expulsa agua en sus tanques de lastre. Para sumergirse los tanques se llenan completamente de agua. Para subir a la superficie el agua es desalojada por el aire a presión existente en otros tanques.

En la actividad introductoria la pregunta 4 de la sección de profundización es: ¿Te has preguntado alguna vez porque siendo que los barcos y los submarinos son fabricados con un material muy pesado, cuál es la razón por la que pueden flotar, y en el caso de los submarinos pueden sumergirse sin irse hasta el fondo? Cuyo propósito era que el estudiante consulte en diversas fuentes la explicación a este fenómeno y la asocie a las demás explicaciones que ha venido construyendo durante el desarrollo de las actividades propuestas al interior de la propuesta didáctica, cabe anotar que esta actividad fue posterior a la aplicación del pre-test.

Partiendo de las frecuencias mostradas en la tabla No 11 se ve reflejado ese cambio de concepto pues mientras en el pre test el 60% de los estudiantes no responden la pregunta el 86% intenta explicar este fenómeno y de ese porcentaje el 53 % identifica que en el submarino se presenta un cambio de densidad. Otra de las situaciones que posiblemente aportó a que los chicos llegaran a este conocimiento, se presentó durante las sesiones en las que se trabajaron las simulaciones, los estudiantes al explorar la herramienta empezaron a ensayar posibles situaciones con los materiales y los fluidos que tenían a su disposición, un ejemplo de ello, hacer que un cubo que flotaba (icopor) se fuera al fondo cuando se le colocaba el cubo (de ladrillo) encima aumentando su peso, se podría decir que fue un aprendizaje por descubrimiento facilitado por la herramienta tic utilizada en la propuesta didáctica.

**Tabla 14.****Número de estudiantes clasificados por niveles en la Pregunta 21 (N=30)**

Ítem		Nivel 0	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3
		0 puntos	1 punto	2 puntos	3 puntos
21	Pre-test	3	26	1	0
	Pos-test	1	14	1	14

Esta pregunta tiene como propósito conocer cuál es la idea con la que los estudiantes relacionan el volumen desplazado por un objeto al ser sumergido en un líquido, se desea averiguar si son capaces de deducir que en esta situación solo influye el volumen del objeto sumergido o si por el contrario efectivamente el estudiante posee alguna de las ideas alternativas que fueron descritas en el presente estudio. En la tabla están los resultados en cuanto al nivel de desempeño al contestar la pregunta en el pre-test que el 87% de los estudiantes relacionan el volumen desplazado por el objeto sumergido con la masa o peso del mismo, presentando la siguiente justificación: “que la esfera que más líquido desplaza es la de hierro pues es la que más pesa”, solo uno de los treinta estudiantes logra establecer que los volúmenes de agua son iguales en cada recipiente pues las esferas poseen el mismo volumen, es decir no lo relaciona con el peso del material o su idea alternativa que el hierro es el que más pesa por ser el material más denso, logra establecer que la variable en cuestión es el volumen.

Cuando se observan las frecuencias en el pos-test se encuentra que el 3% de los estudiantes no contesta la pregunta, que un porcentaje alto (46%) continua con la idea alternativa que se identificó en el párrafo anterior muy arraigada, sin embargo un 51% de los estudiantes logra establecer que el volumen desplazado de agua está relacionado con el volumen del objeto y no con su peso.

**Tabla 15.****Número de estudiantes clasificados por niveles en la Pregunta 22 (N=30)**

Ítem		Nivel 0	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3
		0 puntos	1 punto	2 puntos	3 puntos
22	Pre-test	5	20	5	0
	Pos-test	0	15	10	5

Esta pregunta está relacionada con el mismo enunciado de la pregunta 21, sin embargo en esta no se indaga sobre la relación del volumen de agua desplazada con el peso del objeto sumergido, sino que tiene que ver con la relación entre el volumen desplazado de un líquido al introducir un objeto en él y profundidad a la que este se sumerge. El pre test permite evidenciar otra de las ideas alternativas de los estudiantes pues un 67% de ellos refieren que el volumen del líquido desplazado depende de la profundidad “a mayor profundidad, mayor será el volumen de líquido que subirá, un 16% no contesta la pregunta o argumenta no entenderla y el otro 17% deduce que el volumen desplazado no depende la profundidad a la que se lleve el objeto, sino del volumen del mismo, por lo cual no cambia teniendo en cuenta que las esferas poseen el mismo volumen.

Cuando se revisa el avance en esta pregunta en el pos-test se puede advertir que es positivo, pues ya el 100% de los estudiantes se atreven a responder la pregunta, un 50% con persistencia de la idea alternativa a pesar del desarrollo de las actividades de la propuesta, pero el otro 50 % logra identificar que el volumen desalojado no depende de la profundidad a la que se lleve el objeto, encontrando un 33% que identifica la situación y un 17% que es capaz de argumentar su respuesta.

Del análisis anterior se puede inferir que la mayoría de los estudiantes de 9° de la Institución Educativa las Américas posee ideas alternativas respecto al concepto densidad y los conceptos concomitantes a él , cuando debe explicar que sucede con el volumen desalojado de un líquido

cuando un cuerpo es sumergido, su relación con la profundidad o cuando intenta explicar el fenómeno de la flotabilidad de objetos en situaciones recreadas en el laboratorio o a través del simulador, para lo cual debe hacer uso del concepto densidad. Estas ideas fueron detectadas en gran medida a partir de las preguntas abiertas, pues ellas aportaron elementos adicionales como el gráfico o esquema y un espacio para explicar o argumentar, de modo que permitía al estudiante visualizar la situación para encontrar la respuesta correcta, es decir, guiar al estudiante a manejar un aprendizaje en múltiples niveles (macro, simbólico y sub micro) lo cual se presenta como un dificultad común en el aprendizaje según Nakamatsu (2012).

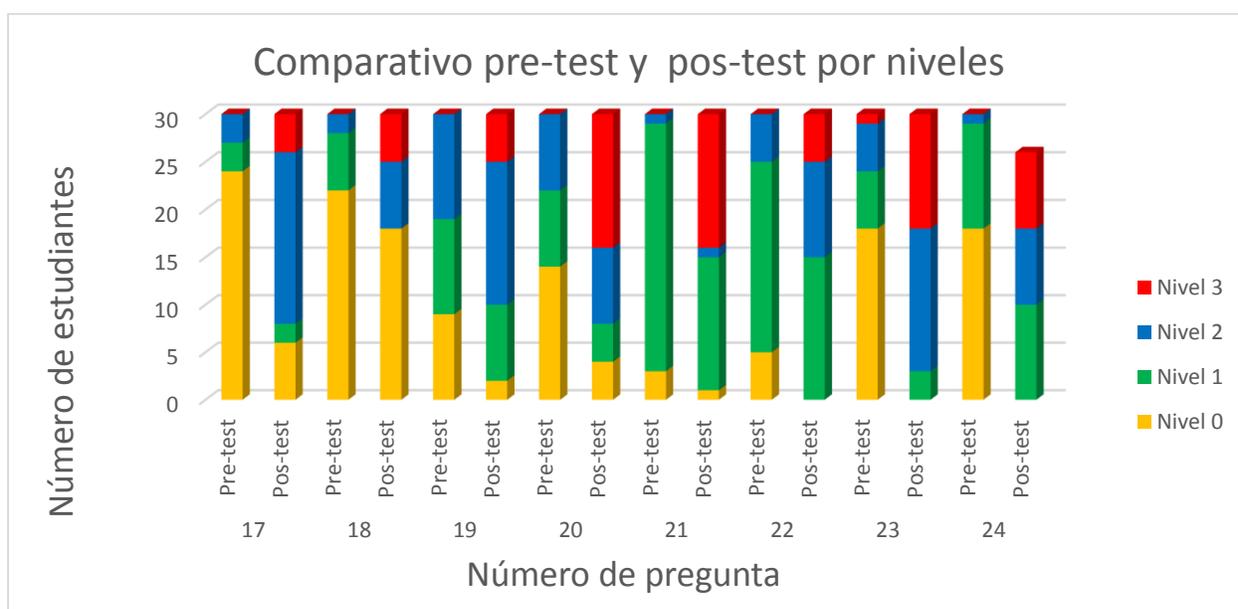
De igual modo no se puede pasar por alto que el análisis de los resultados del cuestionario en la sección de preguntas tipo I, las categorías de análisis que arrojaron datos concluyentes acerca del avance en el conocimiento del concepto densidad fueron flotabilidad de un sólido con distinta densidad y flotabilidad de un líquido con distinta densidad, categorías que se comportaron de manera similar en esta sección del cuestionario.

La categoría flotabilidad de sólidos con cambio de densidad mostró un comportamiento positivo en esta sección del cuestionario, con respecto a la sección de preguntas tipo I tomando como referencia la pregunta número 12 que aparecen en el gráfico comparativo pre test – pos test y diferencial, el cual muestra un incremento en el nivel de conocimiento entre una prueba y otra, en otras palabras, esta se constituye como otra más de las categorías de análisis dentro de esta investigación que evidencia un cambio conceptual o nivel de avance en el aprendizaje después de la aplicación de la propuesta didáctica que incluye una simulación por computador.

En cuanto a las categorías volumen desplazado de un líquido frente al peso del objeto y volumen desplazado de un líquido frente a la profundidad de inmersión del objeto y sólidos con

cambio de densidad, se puede decir a la luz de los resultados obtenidos en las dos secciones de la prueba son las categorías que contienen los conceptos que a los estudiantes más les cuesta razonar, pues requiere pensar la relación de causalidad entre dos o más variables involucrados en el fenómeno para poder ser explicado satisfactoriamente, de igual modo se observa que las ideas alternativas anexas a esta categoría son las más resistentes a ser reemplazadas por el concepto científico, esto es sustentado a partir de los datos obtenidos en la prueba de salida (o pos-test), se advierte que entre 14 y 15 estudiantes (aproximadamente el 50%) solo alcanzan el nivel 1 de conocimiento, lo que significa que contesta utilizando términos relacionados con la densidad pero no logra relacionarlos correctamente.

Con el propósito de mostrar el avance en el aprendizaje del concepto densidad y sus regularidades, se ha agregado el gráfico comparativo el pre test y el pos-test por niveles, que permite revisar los niveles de conocimiento alcanzados por los estudiantes al responder las preguntas abiertas (segunda sección del cuestionario).



**Figura 13. Representación de los distintos niveles por cada pregunta**

### 4.3 Análisis del avance en los puntajes obtenidos en el pos-test y el pos-test

Por último en este análisis el consolidado de puntajes obtenidos en las dos pruebas y el avance se muestra en las tablas 14 y 15, cabe recordar que al diseñar las plantillas y matrices de evaluación se les había asignado puntos tanto a las preguntas abiertas como a las de selección múltiple con única respuesta.

**Tabla 16.**

**Consolidado de puntajes totales obtenidos entre el pre-test, pos-test y el avance**

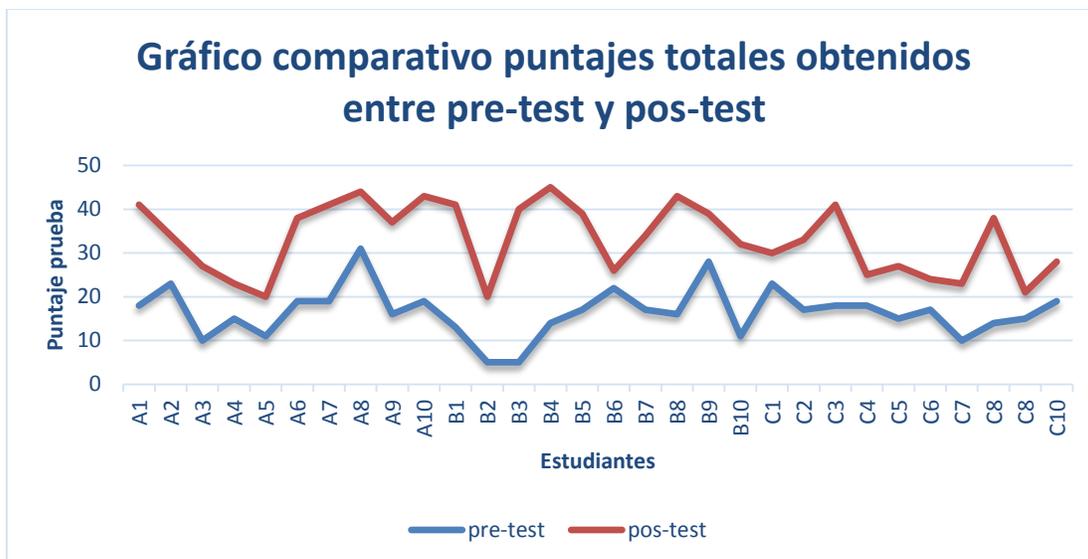
Estudiante	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	B1	B2	B3	B4	B5
Puntaje Pre-test	18	23	10	15	11	19	19	31	16	19	13	5	5	14	17
Puntaje Pos-test	41	34	27	23	20	38	41	44	37	43	41	20	40	45	39
Avance	23	11	17	8	9	19	22	13	21	24	28	15	35	31	22

**Tabla 17.**

**Consolidado de puntajes totales obtenidos entre el pre-test, pos-test y el avance**

Estudiante	B6	B7	B8	B9	B10	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10
Puntaje Pre-test	22	17	16	28	11	23	17	18	18	15	17	10	14	15	19
Puntaje Pos-test	26	34	43	39	32	30	33	41	25	27	24	23	38	21	28
Avance	4	17	27	11	21	7	16	23	7	12	7	13	24	6	9

El avance en el aprendizaje de cada alumno, se extrae de la diferencia de puntuación entre los resultados del pre-test y el pos-test. La gráfica representa el comparativo del pre-test, pos-test.

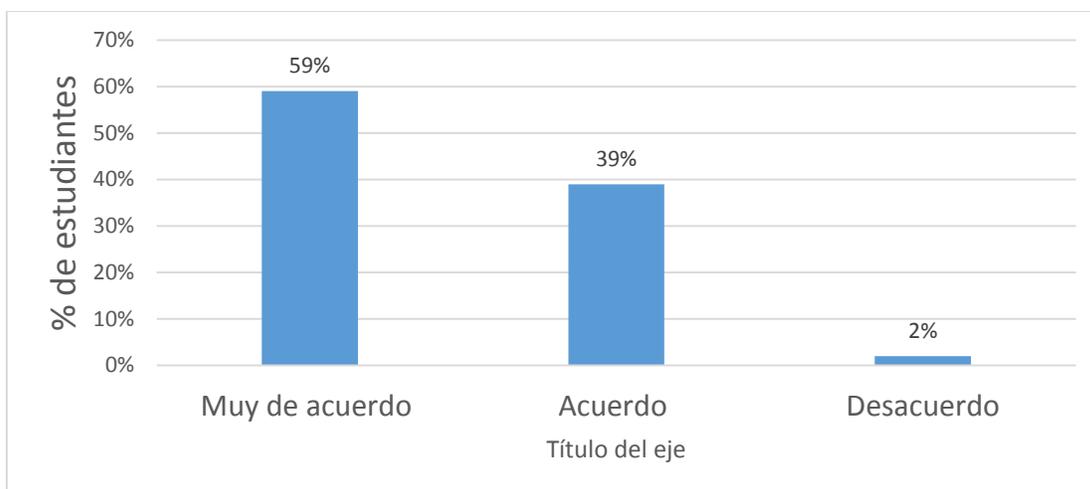


**Figura 14. Gráfico comparativo puntajes totales obtenidos entre el pre-test y el pos-test**

El gráfico comparativo entre el pre-test y el pos-test permite contrastar que se produjo un claro avance en el aprendizaje. Como se observa todos los estudiantes superaron el puntaje inicial obtenido en la prueba, señalando seis estudiantes que mostraron mayor avance A1, A10, B1, B3, B4, B8, C3 y C8.

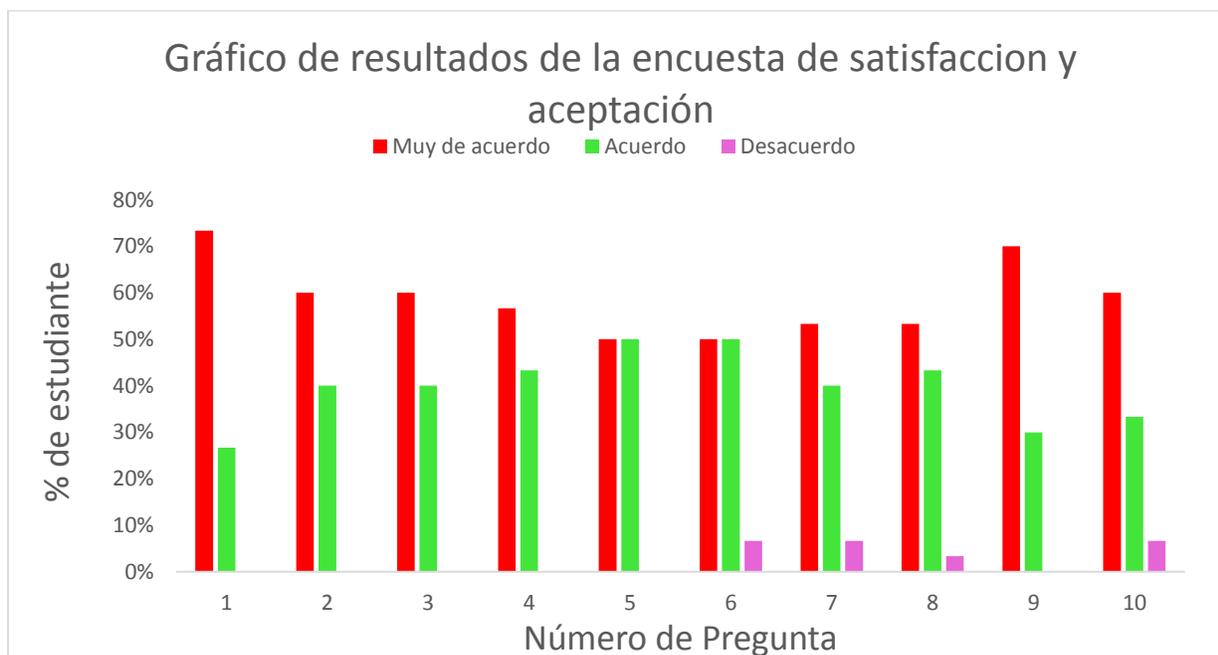
#### 4.4 Análisis de satisfacción y aceptación

La encuesta propone tres tipos de respuestas: muy de acuerdo, acuerdo y desacuerdo, la gráfica muestra el nivel de satisfacción y aceptación frente al uso de simuladores por computador en la enseñanza de la química en el cual refleja que un 59% de los estudiantes está muy de acuerdo con esta propuesta, en las 10 preguntas propuestas en la encuesta. Los que están de acuerdo representan un 39%, mientras que en desacuerdo un porcentaje muy bajo del 2%. En otras palabras el 98% de los 30 estudiantes que participaron aprobaron y les agradó hacer parte de la implementación de la propuesta didáctica basada en simulaciones por computador.



**Figura 15. Gráfica resultados obtenidos en la encuesta de satisfacción y aceptación**

#### 4.4.1 Análisis generalizado de satisfacción y aceptación por pregunta



**Figura 16. Gráfica de resultados de la encuesta de satisfacción y aceptación por pregunta**

**Tabla 18.****Resultado tabulación instrumento de satisfacción y aceptación**

<b>Indicador</b>	<b>Muy de acuerdo</b>	<b>Acuerdo</b>	<b>Desacuerdo</b>
1- Crees que el área de Química se puede estudiar mejor utilizando una simulación.	73%	27%	0%
2. Una simulación es un complemento importante a la clase de química.	60%	40%	0%
3. La simulación me ayudó a obtener mejores resultados en mi aprendizaje.	60%	40%	0%
4. La simulación tiene un contenido interactivo que facilita su uso.	57%	43%	0%
5. La simulación permite trabajar de forma autónoma.	50%	50%	0%
6. La simulación tiene una organización clara y ordenada del material de estudio.	50%	43%	7%
7. Le gusto el trabajo desarrollado con la simulación.	53%	40%	7%
8. Logro resolver con facilidad las actividades propuestas en la simulación.	53%	43%	4%
9. Se le facilita el uso del computador para estudiar y aprender los temas, de la materia y sus propiedades.	70%	30%	0%
10. Se sintió motivado(a) al utilizar la simulación	60%	33%	7%

La grafica muestra los porcentajes que arrojaron las 10 preguntas propuestas en la encuesta de satisfacción y aceptación.

En la pregunta 1 ¿Crees que el área de Química se puede estudiar mejor utilizando una simulación? El 27% de los estudiantes estuvo de acuerdo, 73% Muy de acuerdo y el 0% en desacuerdo. Lo que evidencia el agrado por parte de los estudiantes por este tipo de propuesta didáctica en la enseñanza.

En la pregunta 2 ¿Una simulación es un complemento importante a la clase de química? El 40% de los estudiantes estuvo de acuerdo, el 60% muy de acuerdo y de modo similar a la pregunta anterior 0% en desacuerdo. Lo que indica que para los estudiantes que es importante la utilización de herramientas computacionales como las simulaciones como complemento de la clase de Química.

En la pregunta 3 ¿La simulación me ayudó a obtener mejores resultados en mi aprendizaje? El 40 % de los estudiantes estuvo de acuerdo, el 60% muy de acuerdo y un 0% en desacuerdo. Lo que indica que para el estudiante ha sido de gran ayuda esta experiencia pues le permitió incorporar nuevos conocimiento a su mapa mental.

En la pregunta 4 ¿La simulación tiene un contenido interactivo que facilita su uso? De manera similar a las 3 preguntas anteriores el 0% de los estudiantes estuvo en desacuerdo, el 43% estuvo de acuerdo, el 53%. Los estudiantes manifiestan de manera verbal y escrita que les generó agrado el uso de la simulación y que les pareció sencillo su manejo.

En la pregunta 5 ¿La simulación permite trabajar de forma autónoma? La mitad de los estudiantes estuvo de acuerdo y la otra mitad muy de acuerdo, en que una simulación permite ser trabajada de manera particular y asincrónica a la clase, lo cual permite manejar su tiempo de aprendizaje y repetir la experiencia las veces que sea necesario hasta su comprensión.

En la pregunta 6 ¿La simulación tiene una organización clara y ordenada del material de estudio? El 43% de los estudiantes estuvo de acuerdo, el 50% muy de acuerdo y tan solo un 7 % en desacuerdo. A lo cual se puede afirmar que aunque para la mitad 93% la simulación es clara y ordenada, para 2 de los 30 estudiantes la simulación no lo fue, pudo ser que les genero cierta dificultad en la interacción con ella.

En la pregunta 7 ¿Le gustó el trabajo desarrollado con la simulación? El 40% de los estudiantes estuvo de acuerdo, el 53% Muy de acuerdo y tan solo un 7 % en desacuerdo. El 93% de los estudiantes muestra agrado a por el trabajo realizado con la simulación.

En la pregunta 8 ¿Logró resolver con facilidad las actividades propuestas en la simulación? El 43% de los estudiantes estuvo de acuerdo, el 53% Muy de acuerdo y tan solo un 4% en desacuerdo. Los estudiantes lograron resolver y comprender las actividades propuestas para interactuar con la guía diseñada para la simulación.

En la pregunta 9 ¿Se le facilita el uso del computador para estudiar y aprender los temas, de la materia y sus propiedades? El 30% de los estudiantes estuvo de acuerdo, el 70% muy de acuerdo y un 0 % en desacuerdo. Los estudiantes manifiestan que el computador a través del uso de la simulación les permitió aprender conceptos relacionados con la materia como es el caso de la densidad y la flotación de los cuerpos.

En la pregunta 10 ¿Se sintió motivado(a) al utilizar la simulación? El 33% de los estudiantes estuvo de acuerdo, el 60% Muy de acuerdo y tan solo un 7 % en desacuerdo. Los estudiantes manifiestan abiertamente su interés por trabajar las actividades diseñadas para interactuar con la simulación.

### **5. Propuesta Didáctica: “Ser denso o no serlo, esa es la cuestión”**

La idea de implementar una estrategia didáctica que permitiera abordar las concepciones alternativas y/o concepciones erradas planteadas por Carrascosa (2005), la epistemología del concepto densidad y el uso de simulaciones por computador, condujo a organizar una serie de actividades para promover el aprendizaje de los conceptos científicos relacionados con la densidad de los cuerpos (la masa, el volumen, la flotabilidad y la relación del volumen sumergido y el empuje).

En vista que las simulaciones permiten reproducir experiencias (múltiples veces) que quizá en el laboratorio requiera de un costo tiempo y montaje que puede llegar a ser complicado de manejar, de igual modo el simulador permite corroborar predicciones que los estudiantes elaboran antes de interactuar con la herramienta, para finalizar con la socialización de las mismas para así construir conocimiento sobre la base de la discusión y confrontación de resultados permite que los estudiantes puedan relacionar la experiencia con su realidad y plantear eventuales aplicaciones, sugiere que es una gran alternativa a la hora de enseñar las ciencias naturales.

La implementación de la experiencia contó con la participación activa del estudiante en el desarrollo de la misma, de modo que le fué posible hacer predicciones, explicar sus ideas, discutir, contrastar y construir conceptos partiendo de ella. Las actividades fueron diseñadas para trabajo colaborativo, lo cual implicó la interacción entre pares, es decir, la comunicación constante entre estudiantes lo cual permitió la apropiación de los conceptos y el desarrollo de actitudes frente al trabajo científico, así como que fueran capaz de respetar las ideas expuestas por otros y exponer sus propias ideas con seguridad al interior del equipo de trabajo.

Teniendo en cuenta los aspectos referenciados en el marco teórico, la propuesta se estructuró a partir de la identificación de las ideas alternativas de los estudiantes frente al concepto densidad, incluyendo actividades de exploración que se complementaron con simulaciones que permiten hacer estimaciones de la densidad de los cuerpos, la flotación, el empuje y la relación del volumen sumergido.

La propuesta didáctica planteó una serie de actividades en cuatro sesiones con las cuales se pretendía lograr el aprendizaje de conocimientos científicos. Las actividades contenían experiencias y simulaciones que promueven la participación activa de los alumnos, la colaboración y la creatividad. Todas las actividades fueron valoradas y los resultados analizados y socializados con el grupo. La combinación de actividades tuvo como objetivo afianzar la conceptualización que aporta la práctica mediante el uso de un simulador por computador.

Se inició con la exploración de concepciones alternativas a través del desarrollo de una actividad introductoria en la cual debían construir predicciones de algunas situaciones que se les plantean, las sesiones dos y tres tuvieron interacción con la herramienta virtual (se trabajaron dos simulaciones, una por sesión con apoyo de una guía de trabajo) y la última sesión en la cual se hará la socialización de las conclusiones obtenidas de las tres actividades anteriores, para contrastar las ideas alternativas que poseen los estudiantes al inicio de la implementación de la propuesta con la evolución de su aprendizaje al finalizar la aplicación de la misma, llegando al concepto científico densidad de los cuerpos, mediante la interpretación del comportamiento de los cuerpos en el contexto de la flotación.

A continuación se detalla en que consistió cada una de las actividades, para ello se organiza en dos momentos:

**Momento 1:** Actividad Introdutoria: Teniendo en cuenta que algunas de las ideas alternativas encontradas en el análisis inicial del pre-test aplicado a los estudiantes, evidencia dificultad en la comprensión del concepto de densidad, posiblemente porque el concepto no es reconocido como una propiedad de los materiales o sustancias, por ello se diseñó una actividad en la que los estudiantes puedan abordar el concepto desde la observación de eventos cotidianos, manipulando algunos materiales y objetos conocidos, de manera que les permita compararlos, realizar observaciones y determinar la densidad de estos, lo que permitió que el estudiante construyera una idea intuitiva del concepto densidad de los cuerpos y pueda explorar las variables y conceptos relacionados con él.

En este primer momento se desarrolló una actividad denominada: Laboratorio Exploratorio, consistió en una práctica de laboratorio basada en la estrategia P.O.E. Esta estrategia metodológica que fue propuesta por Champagne, Koplér y Anderson en 1979 para investigar el pensamiento de estudiantes de primer año de Física de la Universidad de Pittsburg. Se le conoció con las siglas DOE (demostrar, observar y explicar) y, posteriormente, Gunstone y White (1981) transformaron la idea de DOE en POE (predecir, observar y explicar) (Villa, 2012).

**P.O.E.** es una estrategia de enseñanza que permite conocer qué tanto comprenden los estudiantes sobre un tema, contenido o concepto particular, al ponerlos ante tres tareas específicas: En primer lugar el estudiante debe **Predecir** los resultados de algún experimento que se le presenta o que el mismo realiza, a la vez que debe justificar su predicción, luego debe **Observar** lo que sucede y registrar sus observaciones detalladamente, finalmente, debe **Explicar** el fenómeno observado y reconciliar cualquier conflicto entre su predicción y sus observaciones.

Villa (2012) referencia en su artículo “Predecir, observar, explicar e indagar: estrategias efectivas en el aprendizaje de las ciencias” a otros autores quienes han utilizado esta estrategia tal

es el caso de Avi Hofstein, Relly Shore and Mira Kipnis, Department of Science Teaching, The Weizmann Institute of Science, en Israel en 2004 quienes proponen los trabajos prácticos como actividades por indagación, y exponen que a través de las cuales se fomenta el desarrollo de habilidades de aprendizaje como la identificación de supuestos, el uso del pensamiento lógico y crítico y la consideración de explicaciones alternativas. Gracias a estas investigaciones se tomó la decisión de implementar esta estrategia en la actividad exploratoria (ver anexo F)

Esta actividad se desarrolló en la sala de laboratorio de la Institución Educativa durante una sesión de clase cuya duración es de 2 horas. Como se mencionó con anterioridad consiste en trabajo colaborativo (equipos de cuatro estudiantes). La sesión inició con la orientación que da el docente, en cuanto a normas de seguridad, organización del trabajo y aclaraciones pertinentes al desarrollo de la guía de trabajo, siendo la más importante que los estudiantes lean inicialmente la primera de las tres experiencias y hagan una predicción de lo que creen puede suceder al realizar lo que dice la guía antes de la fase de experimentación. Dicha predicción debe quedar consignada en la tabla que aparece en la guía, es importante que se conserve este orden, pues la experiencia pierde su objetivo si se hace primero la experimentación, teniendo en cuenta que se desea hacer una contrastación en lo que el estudiante piensa va a resultar de la experimentación y lo que en realidad sucede. Para de este modo poner en diálogo las explicaciones que ellos suponen sucede (ideas alternativas) en el fenómeno real o concepto de densidad a aprender.



**Figura 17. Imágenes alusivas al desarrollo del laboratorio introductorio**

**Momento 2:** Aplicación de la guía de trabajo con las simulaciones

Este segundo momento contenía dos actividades que se ejecutaron en dos sesiones de clase por separado de 50 minutos respectivamente en los computadores de la sala de sistemas de la institución educativa. En ella los estudiantes tuvieron la posibilidad de interactuar con los dos simuladores uno de la densidad y otro de la flotabilidad de los cuerpos.

Ambas sesiones se iniciaron explicando a los estudiantes la intención de la actividad y las fases de la clase. Una primera fase que consistía en entregar la guía de trabajo a los estudiantes e indicar que el trabajo aunque es en equipo (cuatro estudiantes, se puede trabajar en dos computadores por cada dos estudiantes) o de modo individual en la medida de lo posible. Se continuo con la orientación que de la maestra hace para ingresar al simulador en la página de las

simulaciones phet, posteriormente explica cómo se debe interactuar con la aplicación, mostrando como se manipulan las variables y las posibilidades que ella brinda. A partir de esta aclaración la docente indicó a los estudiantes que pueden explorar la herramienta y resolver la guía de trabajo entregada. Durante el proceso de interacción de los estudiantes con las simulaciones la profesora orientó y aclaró dudas acerca de la manipulación de la herramienta. Al finalizar las sesiones se recogió la guía resuelta.



**Figura 18. Imágenes alusivas a la aplicación de la guía de trabajo con las simulaciones**

## 6. Conclusiones y recomendaciones

A la luz de los resultados de esta investigación orientada a evaluar el efecto provocado por la implementación de una propuesta didáctica basada en simulaciones por computador y en qué medida permite favorecer el aprendizaje de conocimientos científicos en estudiantes de noveno grado de la Institución Educativa Técnica Comercial Las Américas de la ciudad de Santiago de Cali, implicó Identificar sus saberes previos frente a los conceptos densidad y flotación de los cuerpos, para ello se aplicó una prueba de entrada que aportó las ideas alternativas que los estudiantes poseían en torno a estos, se puede decir que una parte considerable de estas ideas que los estudiantes poseían antes de la intervención didáctica experimentaron cambios favorables. Al concluir el proceso de enseñanza-aprendizaje, diez de los 30 estudiantes del grupo focal logró mostrar niveles de conocimiento satisfactorios. El contraste de resultados, globalmente considerados para toda la muestra, se obtiene de las medias aritméticas de las valoraciones de la prueba inicial y final. Se muestran en la siguiente tabla:

**Tabla 19.**

**Contraste entre prueba inicial y final, para el conjunto de la muestra**

	<b>Pre-test</b>	<b>Pos-test</b>	<b>Avance</b>
<b>Media Aritmética de la muestra</b>	<b>16,5</b>	<b>33,3</b>	<b>16,8</b>
<b>Porcentaje</b>	<b>29%</b>	<b>50%</b>	<b>79%</b>

Se constata que se produjo un claro avance en el aprendizaje, que podríamos cuantificar globalmente en un valor de 16,8, lo que representa un incremento del 79 % respecto al resultado de la prueba inicial. No obstante, hay que recordar que la puntuación máxima era de 56 puntos y la valoración media de la prueba final (33,3 puntos) que no es un puntaje muy superior de lo que se puede cuantificar como nivel de suficiencia (28 puntos), lo cual indica que, a pesar del evidente

avance, aún quedan muchos problemas de aprendizaje por resolver, pues el cambio conceptual no fue posible en todos los casos, debido a que algunas de las ideas previas (alternativas) de los alumnos persistieron después de la aplicación de la propuesta, aunque en menor proporción que al inicio.

El diseñar e implementar una propuesta didáctica con un enfoque constructivista, que incluye simulaciones por computador como estrategia central, tiene como propósito cambiar los esquemas conceptuales en los estudiantes. Identificar y planificar las actividades más adecuadas es necesario, pues son las responsables de inducir al estudiante para la comprensión del fenómeno estudiado, es decir, a modificar su estructura cognitiva para la incorporación y construcción del nuevo conocimiento a esos esquemas mentales ya existentes.

Lo referente a los resultados cuantitativos muestra que es posible reemplazar las ideas alternativas de los estudiantes logrando incorporar los conceptos abordados en el desarrollo de la propuesta didáctica lo cual se traduce en un avance en el aprendizaje científico de los estudiantes mediante el uso de las simulaciones. El aprendizaje provocado en los estudiantes en el desarrollo de esta propuesta nos lleva a pensar que las simulaciones pueden ser de gran efectividad en la enseñanza de la Química, si se utilizan y adaptan a las explicaciones del profesor. De igual modo se observó que el aprendizaje fue mayor gracias a que las simulaciones estuvieron acompañadas de una práctica de laboratorio dentro de la propuesta didáctica.

Evaluar a través de los resultados obtenidos de la aplicación de la propuesta didáctica permitió establecer que:

Las categorías de análisis que arrojaron datos concluyentes acerca del avance en el conocimiento del concepto densidad fueron flotabilidad de un sólido con distinta densidad y flotabilidad de un líquido con distinta densidad.

La categoría flotabilidad de sólidos con cambio de densidad, mostro un incremento en el nivel de conocimiento entre una prueba y otra, se constituye como otra más de las categorías de análisis dentro de esta investigación que evidencia un cambio conceptual o nivel de avance en el aprendizaje después de la aplicación de la propuesta didáctica que incluye simulaciones por computador.

Identificar que algunas de las ideas alternativas que los estudiantes poseen en torno al concepto densidad son resistentes a ser reemplazadas por el concepto científico. Volumen desplazado de un líquido frente al peso del objeto y al Volumen desplazado de un líquido frente a la profundidad de inmersión del objeto.

El uso de simulaciones por computador les genero agrado y aceptación a la propuesta didáctica por parte de la mayoría de los estudiantes participantes de esta investigación.

En cuanto a los resultados cualitativos se encontró que:

- El carácter interactivo de las simulaciones inducía a los estudiantes a que intentarían entender el fenómeno y no aprender simplemente la fórmula del cálculo de la densidad.
- Los estudiantes adoptaron actitudes investigadoras de forma natural, se preguntaban porqués, planteaban nuevas situaciones problema, comunicaban sus hallazgos y mantuvieron motivados durante el desarrollo de la actividad.

- Las simulaciones permiten que aquellos estudiantes que requieren repetir varias veces la observación del fenómeno lo puedan hacer, pues cada uno en su computador puede seguir su ritmo de aprendizaje.

#### Recomendaciones:

- A la hora de plantearse una propuesta de enseñanza con simulaciones es necesario cuidar previamente diversos aspectos técnicos y de infraestructura, tales como la posibilidad de disponer de un aula con suficiente número de computadores, el correcto funcionamiento de éstos, el fácil acceso a las simulaciones que se requieran, etc.

- Se necesita dedicar tiempo al diseño de estrategias didácticas potentes, digeribles para los estudiantes (que permitan adaptar los contenidos al contexto), lo cual no sucede, pues se diseñan actividades descontextualizadas o apartadas de la epistemología de los conocimientos que se desean enseñar, se carece de una justa medida entre propósitos y desempeños, esto sucede por la falta de alineación a la hora de planear y por ende los resultados en cuanto a aprendizaje son bajos. Este análisis sugiere entonces una revisión curricular para visualizar los obstáculos: en la evaluación, en la comunicación asertiva entre docentes; de modo que permita unificar criterios en los métodos a utilizar en el aula que logren superar dificultades encontradas al desarrollar la transposición didáctica de los contenidos disciplinarios. Esta tarea no es solo del docente o grupo de docentes de un área específica, sino que debe apuntar a convertirse en política institucional.

- Que se debe centrar la atención en la enseñanza de conceptos como la masa, el peso y la densidad, los cuales se creen elementales y que se constituyen en los responsables de que las ideas alternativas persistan en los estudiantes.

- Ajustar las actividades y dar continuidad a la propuesta didáctica presentada en esta investigación de modo que cumpla con la función de derribar aquellas ideas alternativas que son persistentes en los estudiantes. Es decir extenderla para que abarque más ejemplos de la vida cotidiana y lograr superar e identificar que otros vacíos a nivel conceptual tienen los estudiantes en torno al concepto densidad.

- Un aspecto a considerar es que las propuestas didácticas que gestiona ambientes de aprendizaje basados en simulaciones no deben reemplazar la experimentación directa sino estar soportando los procesos abordados en el laboratorio, por ello esta propuesta didáctica incluyo una sesión introductoria que se fundamentaba en una experiencia de laboratorio sencilla que requirió materiales de uso común. Otra de las desventajas de una propuesta didáctica 100% basada en la simulación en ambientes ideales lo cual en ocasiones aleja al fenómeno de la realidad.

## Bibliografía

- Adúriz-Bravo, A., & Izquierdo, M. (2002). Acerca de la didáctica de las ciencias como disciplina autónoma. *Revista electrónica de enseñanza de las ciencias*, *I*(3), 130-140.
- Barral, F. (1990). ¿Cómo flotan los cuerpos que flotan? Concepciones de los estudiantes. *Enseñanza de las Ciencias*, *VIII*(3), 244-250.
- Bolívar, A. (2005). Conocimiento didáctico del contenido y didácticas específicas. Profesorado. *Revista de currículum y formación del profesorado*, *IX*(2), 1-39.
- Borsese, A., Lumbaca, P., & Pentimalli, J. (1996). Investigación sobre las concepciones de los estudiantes acerca de los estados de agregación y los cambios de estado. *Enseñanza de las Ciencias*, *XIV*(1), 15-24.
- Buteler, L., Coleoni, E., & Perea, A. (2014). Aprendiendo empuje durante la resolución de problemas: Un análisis desde la Teoría de Clases de Coordinación. *Enseñanza de las Ciencias*.
- Carrascosa Alís, J. (2005). Alternativas en la actualidad (parte i). Análisis sobre las causas que la originan y/o mantienen. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, *II*(2), 183-208.
- Definicion.de. (2017). *Resignificación*. Obtenido de <https://definicion.de/resignificacion/>
- Fernández, J. M. (1985). Causas de las dificultades de aplicación del teorema de Arquímedes por los alumnos de E.M. *Enseñanza de las Ciencias*, *3*, 185-187.

Fernández, J. M. (1987). Estudio del grado de persistencia de ciertos preconceptos sobre estática de fluidos en alumnos del BUP. *Enseñanza de las Ciencias*, V(1), 27-32.

Fisicalab. (2017). *Principio de Arquímedes*. Obtenido de <https://www.fisicalab.com/apartado/principio-de-arquimedes#contenidos>

Flehsig, K.-H., & Schiefelbein, E. (2003). Capítulo XIX: Simulación. En *20 Modelos Didacticos para América Latina*. Washington D.C.: OEA.

Furió, C., Solbes, J., & Carrascosa, J. (2006). Las ideas alternativas sobre conceptos científicos: tres décadas de investigación. Resultados y perspectivas. *Alambique*(48), 64-78.

Hewitt, P. G. (2007). *Física conceptual* (Decima ed.). México: PEARSON EDUCACIÓN.

Hewitt, P. G. (2009). *Conceptos de Física*. Editorial Limusa S.A. de C.V.

Hodson, D. (2003). Time for action: Science education for an alternative future. *International Journal of Science Education*, XXV(6), 645-670.

Huamán, T. (2011). La enseñanza de las Ciencias Naturales en la Educación Básica. *Investigación Educativa*, XIV(26), 139-152.

ICFES. (2012, 2014, 2016). *Consulta de resultados Pruebas Saber*. Bogotá.

Kant, I. (2009). *Sobre pedagogía*. Córdoba: Universidad Nacional de Córdoba/ Encuentro Grupo Editor.

Laín Beatove, S. (2003). Galileo y el rol de la forma en la flotación de los cuerpos. En C. U. Occidente, *El hombre y la máquina* (Vol. 19).

- Mahmud, M., & Gutiérrez, O. (2010). Estrategia de Enseñanza Basada en el Cambio Conceptual para la Transformación de Ideas Previas en el Aprendizaje de las Ciencias. *Formación Universitaria, III(1)*, 11-20.
- Martín Sánchez, M. (1999). *Reflexiones sobre enseñanza de la Química*. Madrid: Facultad de Educación, Universidad Complutense.
- Mazzitelli, C., Maturano, C., Núñez, G., Pereira, R., & Macías, A. (2005). ¿Aportan los libros de texto soluciones a las dificultades de los alumnos sobre la flotación de los cuerpos? *Enseñanza de las Ciencias(Extra)*.
- Mazzitelli, C., Núñez, G., & Pereira, R. (2006). Identificación de dificultades conceptuales y procedimentales de alumnos y docentes de EGB sobre la flotación de los cuerpos. *Revista Eureka, III(1)*, 33-50.
- Melo, L. V., Sánchez, R., & Martínez, G. (2016). Learning difficulties on archimedes' principle in the floating context. *Revista Brasileira de Ensino de Física(38)*.
- Ministerio de Educación - MEN. (2015). *ISCE guía metodológica*. Boletín 5 Saber en breve, ICFES.
- Ministerio de Educación Nacional - MEN. (1998). *Lineamientos Curriculares de Ciencias Naturales y Educación Ambiental*. Bogotá: MEN.
- Moodle. (2017). *Simulaciones PhET*. Obtenido de [https://docs.moodle.org/all/es/Simulaciones\\_PhET](https://docs.moodle.org/all/es/Simulaciones_PhET)
- Nakamatsu, J. (2012). Reflexiones sobre la enseñanza de la química. *En Blanco y Negro, III(2)*, 38-46.

Observatorio de Drogas de Colombia. (2017 ). *Sustancias psicoactivas*. Obtenido de <http://www.odc.gov.co/problematika-drogas/consumo-drogas/sustancias-psicoactivas>

Oliver Domingo, J. L. (1997). *Los diez libros de arquitectura de Vitrubio*. Alianza Forma.

Palacios, R., & Criado, A. (2016). Explicaciones acerca de fenómenos relacionados con el volumen de líquido desplazado por un sólido en inmersión, con la densidad y con la flotación. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de la ciencia*, XIII(2), 230-247.

Palacios, R., & Criado, A. (2017). Lo que no dicen los libros españoles de texto de educación secundaria obligatoria sobre la masa, el volumen y la densidad. *Enseñanza de las Ciencias*, XXXV(2), 51-70.

Raviolo, A., Moscato, M., & Schnersch, A. (2005). Enseñanza del concepto de densidad a través de un modelo analógico. *Revista de enseñanza de la Física*, XVIII(2).

Raynaudo, G., & Peralta, O. (2017). Cambio conceptual: una mirada desde las teorías de Piaget y Vygotsky. *Liberabit*, XXIII(1), 137-148. doi:10.24265/liberabit.2017.v23n1.10

Sanmartí, N., & Marchán, I. (2015). La educación científica del siglo XXI: retos y propuestas. *Investigación y ciencia*(469), 31-39.

Scott, P., Asoko, H., & Leach, P. (2007). Student Conceptions and Conceptual Learning in Science. En *International handbook of research on conceptual change. Educational Psychology Handbook Series* (págs. 56-209). USA: Lawrence Erlbaum Associates.

Serway, R. A., Jewett, J., & Romo, J. (2005). *Física para ciencias e ingeniería*. México.

Serway, R., & Jewett, J. (1999). *Física I* (Tercera ed.). México: International Thomson Editores.

- Silva, W. E. (2014). *Una propuesta didáctica para la enseñanza-aprendizaje de los conceptos relacionados con la flotabilidad a partir de experimentos y simulaciones de computador, con estudiantes de grado noveno*. Trabajo de grado, Universidad Nacional de Colombia, Magister en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales, Bogotá.
- Torres, H. J. (2012). Un escenario para el aprendizaje de las propiedades básicas de la materia mediante el uso de un applet. *Revista EDUCyT, Extraordinario*, 160-175.
- Villa, G. H. (2012). Predecir, observar, explicar. *Educacion quimica EduQ(9)*, 4-12.
- Wandersee, J., Mintzes, J., & Novak, J. (1994). Research on Alternative Conceptions in Science. En D. Gabel (Ed.), *Handbook or Research on Scienca Teaching and Learning* (págs. 177-210). New York: Macmillan Publishing Company.

## Anexos

## Anexo A. Pre-test y pos-test

	<b>INSTITUCIÓN EDUCATIVA TÉCNICA COMERCIAL LAS AMÉRICAS</b>	PRE-TEST Y POS-TEST
---	---	------------------------

**¡Buen Día!**

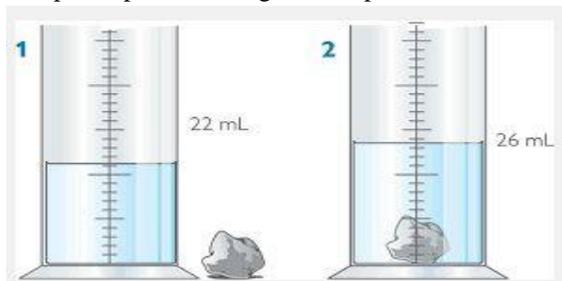
El siguiente cuestionario hace parte de una investigación que se adelanta en la I.E.T.C. Las Américas en el marco de la Maestría en Educación de la Universidad ICESI, con la intención de conocer las ideas previas de los estudiantes sobre determinados conceptos científicos. Responde a las preguntas tal como se indica utilizando todo tu razonamiento. En caso de necesitar alguna aclaración puedes hacerlo con la docente que participa en la investigación. El documento es totalmente anónimo y confidencial. **¡Gracias por tu colaboración!**

<b>CÓDIGO:</b>	GENERO: F <input type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/>	FECHA:
<b>EDAD:</b>	13 <input type="checkbox"/> 14 <input type="checkbox"/>	15 <input type="checkbox"/> 16 <input type="checkbox"/> 17 <input type="checkbox"/> 18 <input type="checkbox"/>

**PREGUNTAS DE SELECCIÓN MÚLTIPLE CON ÚNICA RESPUESTA. (TIPO D).**

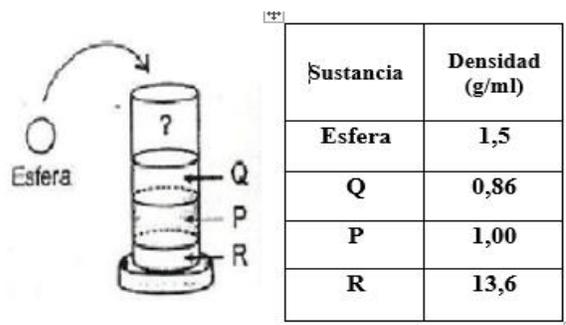
Las preguntas de este tipo constan de un enunciado y de cuatro opciones de respuesta, entre las cuales debes escoger la que consideres correcta.

- Una de las formas para determinar el volumen de un sólido, es un sumergiéndolo en una probeta o recipiente graduado que contenga agua, como se observa en la figura. De acuerdo con esto, se puede plantear la siguiente hipótesis:



- El volumen de agua no se altera al introducir el sólido.
- El volumen del sólido experimenta un cambio
- El sólido modifica la estructura química del líquido.
- Al introducir el objeto ocurre un desplazamiento del agua igual al del volumen del sólido.

**CONTESTE LAS PREGUNTAS 2 Y LA 3 DE ACUERDO CON LA SIGUIENTE GRAFICA**



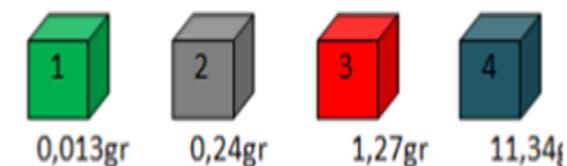
- Al dejar caer la esfera en la probeta, lo más probable es que:
  - Flote sobre la superficie de Q por ser esférica.
  - Quede en el fondo, por ser un sólido.
  - Quede suspendida sobre R por su densidad
  - Flote sobre P por tener menos volumen
- Si se pasa el contenido de la probeta a otra, es probable que:
  - Q, P y R formen una solución.
  - P, Q y R permanezcan iguales
  - Q quede en el fondo, luego P y en la superficie R.
  - P y Q se solubilizan y R quede en el fondo

4. Si un vaso con agua en la balanza mide 872 gramos, a continuación se introduce un dedo en el agua sumergiéndolo sin tocar las paredes del recipiente, la nueva lectura en la balanza es de 882 gramos. Este aumento en la masa se debe a:
- el peso del dedo
  - a la fuerza de reacción que actúa sobre el agua, como reacción a la fuerza de empuje que el agua ejerce sobre el dedo
  - al volumen del dedo
  - a que sube el nivel del agua, a más volumen de agua más peso
5. ¿Qué volumen tiene sumergido un cuerpo que flota?
- Todo su volumen
  - La mitad de su volumen
  - Depende sólo del peso del cuerpo
  - Depende del peso del cuerpo y de la densidad del líquido
6. ¿Cuál es el peso del líquido desalojado por un cuerpo que flota?
- Un peso igual a su volumen
  - Igual al peso del cuerpo en el vacío
  - Menor que el peso del cuerpo
  - Un peso igual al peso aparente
7. Cuando se alcanza el equilibrio, la masa de agua desalojada en gramos es igual a:
- La masa del cuerpo
  - El volumen del cuerpo en  $\text{cm}^3$
  - Al peso del cuerpo
  - Al peso aparente
8. ¿Cómo definirías el peso aparente?
- El peso que tiene el cuerpo por su aspecto
  - El peso del líquido desalojado
  - El peso del cuerpo menos el empuje
  - Masa del cuerpo por la densidad del líquido
9. De un cuerpo sumergido podemos decir que:
- Siempre está en equilibrio
  - Tiene menos volumen pero igual masa
  - A mayor profundidad mayor empuje.
  - su masa no varía

10. Si un cuerpo que flota lo hundimos hasta tener sumergido un volumen doble del que tenía, podemos decir que:
- El empuje se duplica
  - El equilibrio se mantiene
  - La masa de agua desalojada es igual a la mitad de la masa del cuerpo.
  - El peso aparente es cero
11. Un cuerpo de masa 20 kg flota sumergiendo  $\frac{1}{4}$  de su volumen ¿cuál es la relación entre las densidades del cuerpo y del líquido en el que flota?
- El líquido es cuatro veces menos denso que el cuerpo
  - Tienen igual densidad
  - El cuerpo tienen una densidad cuatro veces menor que la del líquido
  - El cuerpo tiene una densidad 8 veces menor
12. Una lancha de 300 kg de masa flota en el agua. Al subir a ella una persona de 70 kg de masa se hunde un poco más. ¿Cuántos litros desaloja?
- Depende del volumen de la persona
  - (300-70) litros
  - 70 litros
  - 370 litros

**CONTESTE LAS PREGUNTAS 13 A LA 16 TENIENDO EN CUENTA EL ENUNCIADO:**

De acuerdo con la imagen, se tienen cuatro cubos de materiales diferentes cuyas masas aparecen debajo de cada uno.



13. ¿Cómo son los volúmenes?
- Iguales
  - Diferentes
  - No sabe
  - Ninguna de las anteriores

14. ¿Cómo son las masas?
- A. Iguales
  - B. Diferentes
  - C. No sabe
  - D. Ninguna de las anteriores

15. ¿Cuál es el material de mayor densidad?
- A. 1
  - B. 2
  - C. 3
  - D. 4

16. ¿Cuál es la razón por la que seleccionaste la respuesta a la pregunta anterior?
- A. Porque tiene mayor volumen
  - B. Porque tiene mayor masa
  - C. Porque tiene menor volumen
  - D. Porque tiene menor masa

**CONTESTE LAS PREGUNTAS DE LA 17 A LA 24 JUSTIFICANDO TU RESPUESTA**

17. Si tienes un recipiente con agua, depositas en él un trozo de madera, otro de papel aluminio, un clip y un trozo de icopor, ¿qué esperas que suceda? Explica:

---



---



---

18. Si tienes en cuatro recipientes igual cantidad de agua, aceite, alcohol y miel, introduces en cada uno de ellos un cubo de hielo, en cuál de los recipientes flota el hielo y en cual no. Explica:

---

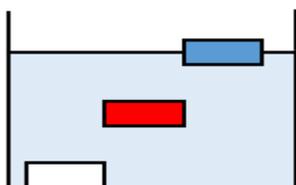


---



---

19. Según la situación ilustrada



¿Qué diferencia existe entre los objetos que se encuentran en este recipiente con agua?

---

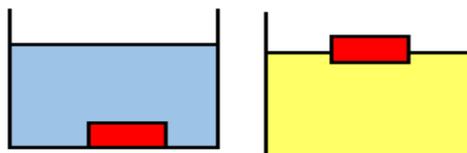


---



---

20. ¿Cómo explicarías la situación de la ilustración, en la que un mismo sólido se encuentra dentro de recipientes con líquidos distintos?




---



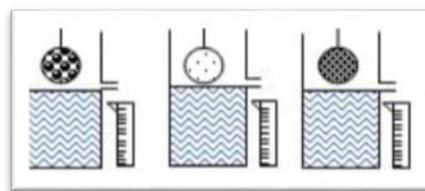
---



---

**CONTESTE LAS PREGUNTAS 21 Y 22 DE ACUERDO AL SIGUIENTE ENUNCIADO:**

Considera tres esferas de igual forma y volumen, pero de materiales diferentes (plástico, aluminio y hierro, respectivamente) para que tengan distinta masa, como aparece en la ilustración:



21. si mides el agua desplazada por inmersión ¿en qué caso se desplazará más agua?

---



---



---



---

22. ¿Cambiará el volumen de agua desplazada si una vez sumergido el objeto se baja a más profundidad?

---

---

---

---

23. Si tomamos un cubo de madera y un cubo de aluminio que tengan la misma masa, podríamos decir que el volumen de los dos cubos es igual si o no y ¿por qué?

---

---

---

---

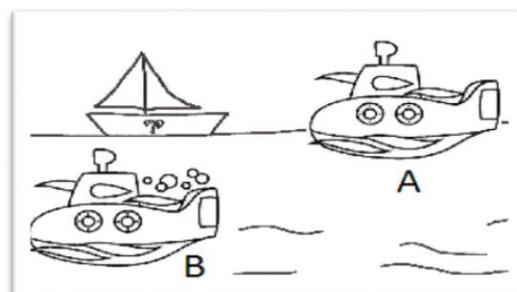
24- ¿Cómo explicas la situación de los submarinos A y B, a que se debe que uno este sumergido y el otro pueda flotar?

---

---

---

---



**Anexo B. Plantilla de respuestas a las preguntas de selección múltiple con única respuesta del pre- test y pos –test**

	<b>INSTITUCIÓN EDUCATIVA TÉCNICA COMERCIAL LAS AMÉRICAS</b>	<b>PLANTILLA DE RESPUESTAS CUESTIONARIO PRE-TEST Y POS- TEST</b>
---	---	--

<b>HOJA DE RESPUESTAS PREGUNTAS DE SELECCIÓN MÚLTIPLE CON ÚNICA RESPUESTA. (TIPO I)</b>		
PREGUNTA	CLAVE	CATEGORÍA
1	D	Volumen desplazado de un líquido frente al peso del objeto
2	C	Líquidos con distinta densidad
3	B	Líquidos con distinta densidad
4	B	Volumen desplazado de un líquido frente al peso del objeto
5	D	Principio de Arquímedes
6	B	Principio de Arquímedes
7	B	Principio de Arquímedes
8	C	Principio de Arquímedes
9	D	Principio de Arquímedes
10	A	Principio de Arquímedes
11	C	Sólidos con distinta densidad
12	C	Sólidos con cambio de densidad
13	A	Sólidos con distinta densidad
14	B	Sólidos con distinta densidad
15	D	Sólidos con distinta densidad
16	B	Sólidos con distinta densidad

**Anexo C. Matriz de valoración utilizada para el análisis de la información obtenida en las preguntas abiertas**

	<b>INSTITUCIÓN EDUCATIVA TÉCNICA COMERCIAL LAS AMÉRICAS</b>	MATRIZ DE VALORACIÓN PREGUNTAS ABIERTAS
---	---	--

MATRIZ DE VALORACIÓN PREGUNTAS ABIERTAS					
Categoría	Ítem	Nivel 0	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3
		0 puntos	1 punto	2 puntos	3 puntos
Sólidos con distinta densidad	19	No contesta	Explica la situación utilizando propiedades o conceptos distintos a la densidad, o sugiere que el objeto más denso flota y el menos denso se hunde.	Utiliza el concepto densidad, sin embargo acude a otros conceptos que no tienen relación con el fenómeno descrito	Responde claramente que la densidad es la propiedad que permite establecer diferencia entre sólidos y líquidos y por la cual se presenta este fenómeno
	17	No contesta	Contesta la situación utilizando propiedades o conceptos distintos a la densidad, o sugiere que el icopor y el trozo de papel aluminio flotan, mientras que el clip y la madera se depositan en el fondo del recipiente.	Contesta correctamente lo que sucede los sólidos al ser inmersos en agua, pero no logra justificar su respuesta utilizando el concepto densidad.	Deduce que el trozo de madera, el icopor y el trozo de papel aluminio flota, mientras que el clip se hunde gracias a la diferencia de densidades entre sólidos y líquidos.

MATRIZ DE VALORACIÓN PREGUNTAS ABIERTAS					
Categoría	Ítem	Nivel 0	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3
		0 puntos	1 punto	2 puntos	3 puntos
	23	No contesta	Contesta la situación utilizando propiedades o conceptos distintos a la densidad, o sugiere que el volumen de los dos cubos es igual, no logra identificar la relación entre la densidad, la masa y el volumen.	Responde que el volumen de los dos cubos es diferente, pero no logra justificar su respuesta en relación con la densidad	Deduce que el volumen de los dos cubos es diferente, debido a que la densidad de cada uno es particular gracias a que son de distintos materiales, entonces si la masa es igual, el volumen debe ser diferente.
Líquidos con distinta densidad	20	No contesta	Explica el fenómeno utilizando conceptos o propiedades distintas a la densidad.	Utiliza el concepto densidad, sin embargo acude a otros conceptos que no tienen relación con el fenómeno descrito	Razona que los dos líquidos tienen distinta densidad y como el objeto es del mismo material, entonces, en el primer recipiente el objeto se hunde por ser más denso que el líquido, mientras que en el segundo recipiente el objeto flota por ser es menos denso que el líquido
	18	No contesta	Explica el fenómeno utilizando conceptos o propiedades distintas a la densidad	Utiliza el concepto densidad, sin embargo acude a otros conceptos que no tienen relación con el fenómeno descrito	Argumenta que el hielo flota en el agua el aceite y la miel y se hunde en el alcohol, basado en la densidad de cada líquido en comparación con la del sólido
Volumen desplazado de un líquido frente al peso del objeto	21	No contesta	Contesta que la esfera que más líquido desplaza es la de hierro pues es la que más pesa.	Contesta que en los tres casos desplaza el mismo volumen de líquido, sin embargo, no logra explicar la razón por la que sucede esto	Argumenta que las tres esferas desplazan la misma cantidad de agua, pues poseen el mismo volumen.
Volumen de desplazado de un líquido frente a la profundidad de	22	No contesta	Contesta que el volumen de agua desplazado aumenta al sumergir la esfera a mayor profundidad	Contesta que el volumen desplazado no varía, pero no logra justificar su respuesta	Deduce que el volumen desplazado no depende la profundidad a la que se lleve el objeto, sino del volumen es el mismo, por lo cual no cambia

MATRIZ DE VALORACIÓN PREGUNTAS ABIERTAS					
Categoría	Ítem	Nivel 0	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3
		0 puntos	1 punto	2 puntos	3 puntos
inmersión del objeto					
Sólidos con cambio de densidad	24	No contesta	Contesta utilizando términos relacionados con la densidad pero no logra relacionarlos correctamente	Contesta que es el resultado del cambio de densidad pero no lo explica	Explica que el submarino está diseñado con la capacidad para cambiar su densidad lo cual ocasiona que se sumerja o pueda salir a la superficie

### Anexo D. Encuesta de satisfacción y aceptación

	<b>INSTITUCIÓN EDUCATIVA TÉCNICA COMERCIAL LAS AMÉRICAS</b>	Encuesta de satisfacción y aceptación del uso de una simulación en la enseñanza de la ciencia
---	---	---

A continuación marca con una (X) las preguntas de satisfacción y aceptación de acuerdo a la siguiente tabla, (Muy de acuerdo, acuerdo, desacuerdo). Marca solo un cuadro por pregunta.

Indicador	Muy de acuerdo	Acuerdo	Desacuerdo
1- Crees que el área de Química se puede estudiar mejor utilizando una simulación.			
2. Una simulación es un complemento importante a la clase de química.			
3. La simulación me ayudó a obtener mejores resultados en mi aprendizaje.			
4. La simulación tiene un contenido interactivo que facilita su uso.			
5. La simulación permite trabajar de forma autónoma.			
6. La simulación tiene una organización clara y ordenada del material de estudio.			
7. Le gusto el trabajo desarrollado con la simulación.			
8. Logro resolver con facilidad las actividades propuestas en la simulación.			
9. Se le facilita el uso del computador para estudiar y aprender los temas, de la materia y sus propiedades.			
10. Se sintió motivado(a) al utilizar la simulación			

**Anexo E. Consentimiento Informado**

	<b>INSTITUCIÓN EDUCATIVA TÉCNICA COMERCIAL LAS AMÉRICAS</b>	<b>CONSENTIMIENTO INFORMADO</b>
---	---	---------------------------------

**ASUNTO: Consentimiento**

Yo \_\_\_\_\_, identificado con C.C# \_\_\_\_\_, representante legal o acudiente del o la estudiante \_\_\_\_\_ del grado \_\_\_\_\_, concedo permiso a mi hij@ para que realice encuestas, grabaciones de voz, filmaciones, toma de fotos y talleres, solicitados por la licenciada Claudia Patricia Mendoza, quien se encuentran realizando la tesis de maestría de la Universidad ICESI, sobre uso del conocimiento científico en la construcción del concepto densidad de los cuerpos.

---

Firma y C.C

## Anexo F. Actividad 1: Guía de laboratorio Exploratorio

### Actividad 1. Laboratorio Exploratorio

#### Estrategia POE Predicción, observación y explicación

Es una estrategia de enseñanza que permite conocer qué tanto comprenden los estudiantes sobre un tema, contenido o concepto particular, al ponerlos ante tres tareas específicas:

- En primer lugar el estudiante debe predecir los resultados de algún experimento que se le presenta o que el mismo realiza, a la vez que debe justificar su predicción, luego debe
- Observar lo que sucede y registrar sus observaciones detalladamente, finalmente, debe
- Explicar el fenómeno observado y reconciliar cualquier conflicto entre su predicción y sus observaciones.

#### EXPERIENCIA No 1

Completa la tabla teniendo en cuenta en que consiste la estrategia que utilizaremos el día de hoy. En esta primera experiencia inicia haciendo la predicción de lo que se espera que suceda A) Si en un recipiente agregamos aceite, agua, miel y alcohol, a partir de tu propia experiencia escribe que sucederá al mezclarlos. Luego procede a realizar el procedimiento descrito (no importa el orden en el que agregues las sustancias), escribe entonces lo que sucede en la columna de observaciones. Por ultimo confronta la predicción que hiciste con lo que realmente sucedió y procede a explicar el fenómeno y consígnalo en la tabla. B) Ahora, realiza el mismo proceso (predicción, Observación y Explicación), si la mezcla que tienes en el recipiente la trasladas a otro.

Ahora, si surgen preguntas a raíz de la experiencia anexarlas a la tabla, sería importante que profundizaran el ejercicio si logran encontrar la respuesta a esas preguntas por indagación.

	PREDICCIÓN	OBSERVACIÓN	EXPLICACIÓN
A			
B			

## EXPERIENCIA No 2

Ahora en esta segunda experiencia haciendo la predicción de lo que se espera que suceda A) Si en un recipiente con agua agregamos un clip, un trozo de icopor, un trozo de madera y un trozo de papel aluminio, escribe tu predicción. Luego procede a realizar el procedimiento descrito (no importa el orden en el que agregues los objetos), escribe entonces lo que sucede en la columna de observaciones. Por ultimo confronta la predicción que hiciste con lo que realmente sucedió y procede a explicar el fenómeno y consígnalo en la tabla.

Ahora, si surgen preguntas a raíz de la experiencia anexarlas a la tabla, sería importante que profundizaran el ejercicio si logran encontrar la respuesta a esas preguntas por indagación.

PREDICCIÓN	OBSERVACIÓN	EXPLICACIÓN

## EXPERIENCIA No 3 El huevo que flota en agua

**Materiales:** 3 vasos grandes, 3 huevos de gallina, 1 cuchara, Agua natural, Sal, Papel absorbente.

**Procedimiento:**

- 1- Se tienen 2 vasos con agua y uno vacío. Enumera los vasos. En el primero introduce el huevo. Elabora una tabla y escribe lo que observas.
- 2- Posteriormente en el vaso número 2 agrega sal en un equivalente de la tercera parte que tienes de agua en el mismo. Y agita con la cuchara. Posteriormente introduce el huevo. Escribe lo que sucede en tu tabla de observaciones.
- 3- Saca el huevo del vaso 2 y toma la cuarta parte del contenido y agrégalo en el vaso 3. Toma el vaso 1 y agrega la misma proporción en el vaso 3. Agita nuevamente con la cuchara e introduce el huevo. Escribe lo que sucede en la tabla.

PREDICCIÓN	OBSERVACIÓN	EXPLICACIÓN

Responde las siguientes preguntas: (a partir de tus observaciones)

- 1- De acuerdo a lo observado cómo puedes describir la flotabilidad del huevo en los tres recipientes. Que factor es el que hace que el huevo flote, se quede sumergido o se vaya al fondo del vaso.
- 2- En cada recipiente quien es el material más denso el huevo o el agua
- 3- ¿Qué relación hay entre las densidades del agua en los tres recipientes?
- 4- ¿Teniendo en cuenta el experimento donde se flota mejor en el agua dulce o en el mar?
- 5- ¿Qué es la flotabilidad y el empuje?
- 6- ¿Cuál es la relación que existe entre la densidad del agua en los tres recipientes y la flotabilidad del huevo en los mismos?
- 7- Profundiza: Encuentra una relación entre el experimento realizado y las características del mar muerto.
- 8- Redacta tus conclusiones

### PROFUNDIZA

- 1- ¿Cómo se determina el volumen de un objeto con forma irregular utilizando una probeta? Explica mediante un gráfico.
- 2- Por qué el hielo flota en el agua líquida si son la misma sustancia, la diferencia es solo en el estado físico. Si tienes en cuatro recipientes igual cantidad de agua, aceite, alcohol y miel, introduces en cada uno de ellos un cubo de hielo, ¿en cuál de los recipientes flotará el hielo y en cual no? Explica.
- 3- ¿Qué volumen tiene sumergido un cuerpo que flota? ¿Cuál es el peso del líquido desalojado por un cuerpo que flota? ¿Cuándo se alcanza el equilibrio, la masa de agua desalojada a que es igual en gramos?
- 4- Te has preguntado alguna vez porque siendo que los barcos y los submarinos son fabricados con un material muy pesado, ¿cuál es la razón por la que pueden flotar, y en el caso de los submarinos pueden sumergirse sin irse hasta el fondo?
- 5- Calcula la densidad de una sustancia si sabemos que 12 g ocupan 4 cm<sup>3</sup>?
- 6- ¿Qué masa tiene 12 litros de una sustancia cuya densidad es 15kg/L?

## Anexo G. Actividad 2: Guía de trabajo simulación Densidad

### ACTIVIDAD 2: *“Laboratorio virtual utilizando una simulación phet de la densidad”*

#### Objetivo:

Identificar el concepto de densidad a partir de la modificación de los parámetros de masa y volumen para un cuerpo.

Utilizar adecuadamente la simulación como herramienta para el aprendizaje del concepto de densidad.

Identificar la relación entre la masa y el volumen de un cuerpo junto con las unidades que resultan de esta relación.

Identificar las características de masa y volumen para un cuerpo ya sea sólido o líquido

**Metodología:** Desarrollar el paso a paso propuesto por la docente a través de una simulación, registrar los datos en un informe, se toman evidencias a través de fotos para ser insertadas en un video.

**Materiales:** portátil, guía de laboratorio e internet

#### Procedimiento

- 1- **OBSERVACION:** Observo detenidamente la pantalla de la simulación phet, se determina que hay un bloque introducido en agua, el cual puede variar de material (madera, hielo, ladrillo y aluminio), en el menú superior izquierdo puedo variar información referente a la masa del bloque, su volumen y su densidad. En el menú superior derecho puedo cambiar las condiciones de la simulación.
- 2- **PLANTEAMIENTO DE LA PREGUNTA:** ¿Cómo compruebo que la densidad es una propiedad específica de la materia?
- 3- **HIPOTESIS:** La madera flota por ser un material menos pesado, comparado con el hielo, el ladrillo y el aluminio.
  - 
  - La densidad de los materiales no depende de la cantidad de material que se disponga, pues es una propiedad intensiva, no varía así se cambie el volumen y la masa del mismo.
- 4- **EXPERIMENTACION:** Ejecuto la simulación y durante la misma llevo el registro fotográfico, teniendo en cuenta los siguientes pasos:
  - 1- Reviso que en el menú superior derecho esta seleccionada la opción A medida, posteriormente selecciono el material y la masa en el menú superior izquierdo y completo la siguiente tabla: (recomendación en la columna observaciones es importante que se realice el registro si el material, flota o está en el fondo o permanece flotando no en la superficie sino sumergido.

**Tabla 1**

MATERIAL	Masa (Kg)	Volumen (L)	Densidad (Kg/L)	OBSERVACIONES
Madera	3.04			
Hielo	5.02			
Ladrillo	4.10			
Aluminio	6.52			

Teniendo en cuenta la tabla 1 ¿cuál es el material con mayor densidad? Realiza comparaciones entre los materiales las observaciones y su densidad y escribe una conclusión al respecto.

2- En el menú superior derecho selecciono la opción Misma masa, (se puede observar que todos los bloques tienen una masa de 5 Kg). Recomendación: cuando inicie a introducir los bloques en el agua debe tomar el volumen inicial y final del agua y registrarlo en la tabla No 2 para calcular el volumen de los bloques.

**Tabla 2**

BLOQUE (Color)	Volumen iniciales (L)	Volumen final (L)	Operación: $V_{\text{final}} - V_{\text{inicial}} = \text{Volumen CUBO}$	OBSERVACIONES
Amarillo				
Azul				
Rojo				
Verde				

Posteriormente traslade el volumen de los bloques a la tabla No 3 y calcule la densidad.

**Tabla 3**

BLOQUE (Color)	Masa (Kg)	Volumen (L)	Densidad (Kg/L)	OBSERVACION
Amarillo	5 Kg			
Azul	5 Kg			
Rojo	5 Kg			
Verde	5 Kg			

¿Qué conclusión puedes sacar a partir de los resultados de la tabla No 3? ¿Ahora bien será posible establecer el material de cada cubo si comparamos los resultados de la tabla 1 con la 3? Si o no, explica ¿por qué?

### **5- ANALISIS DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES**

Revisa como las preguntas y las tablas de datos te permiten determinar si las hipótesis planteadas son verdaderas o falsas. Realiza el análisis y redacta las conclusiones.

## Anexo H. Actividad 3: Guía de trabajo simulación de la flotabilidad

ACTIVIDAD 3: “Laboratorio virtual utilizando una simulación phet de la flotabilidad”

Flotar o no flotar, esa es la cuestión

Objetivos:

- Evaluar la condición de flotabilidad de ciertos materiales en el agua o cualquier otro fluido.
- Establecer la relación entre la flotación, la densidad del fluido y la densidad del cuerpo
- Reconocer la densidad del fluido y la densidad del sólido sumergido en este, como factores que influyen en la flotación de los cuerpos

Recomendaciones:

Sigue las instrucciones que indica el profesor y no habilites ventanas adicionales durante el uso del simulador.

Inicialmente ingresa al simulador de phet colorado a través del link

[http://phet.colorado.edu/sims/density-and-buoyancy/buoyancy\\_es.html](http://phet.colorado.edu/sims/density-and-buoyancy/buoyancy_es.html).

A. Seleccionando la opción de “mi bloque”

1. ¿Al aumentar el valor de la masa del bloque cómo varía la densidad de este?
2. Si ahora se aumenta el valor del volumen ¿cómo se ve modificada la densidad?
3. Si asignamos a nuestro bloque una densidad de 1,0 Kg/L y lo ubicamos en el agua. ¿Puede flotar el bloque? Justifique.
4. Si a este mismo bloque estando en la pileta le aumentamos el valor de la masa. ¿Qué sucederá con el bloque? ¿Flota más o se hunde? Explique.

B. Ahora realice la experiencia haciendo uso de las herramientas del simulador.

Seleccione ahora las opciones que permiten observar los vectores de las fuerzas de Gravedad flotabilidad y las lecturas de fuerzas.

C. Realice la misma experiencia y describa lo que sucede con estos vectores en la medida en que se modifica la masa del cuerpo. Es decir ¿aumentan o reducen sus tamaños? En algún momento ¿uno es mayor que el otro?

D. Repita la experiencia modificando ahora la densidad del fluido en el que se sumerge el objeto