

**EL PAPEL DEL EXPERIMENTO EN LA RELACIÓN CONOCIMIENTO COMÚN
- CONOCIMIENTO CIENTÍFICO.**

APORTES A LA ENSEÑANZA-APRENDIZAJE DE LA FLOTACIÓN

CARLOS JULIO SANCHEZ MOREANO

Proyecto de grado como requisito

Para optar al título de

Maestría en Educación énfasis en Enseñanza de las Ciencias Naturales

EDWIN GERMÁN GARCÍA ARTEAGA

Tutor

INSTITUTO DE EDUCACIÓN Y PEDAGOGÍA

UNIVERSIDAD DEL VALLE

CALI 2016

Tabla de contenido

RESUMEN	4
ABSTRACT	6
PRESENTACIÓN	9
1. EL PROBLEMA	11
1.1 Planteamiento del Problema.....	11
1.2 La pregunta problema	13
1.3 Justificación.....	15
1.3.1 Los aportes de la historia y epistemología de las ciencias en la construcción de los conceptos científicos y su uso en la enseñanza de las ciencias	15
1.3.2 La separación marcada entre el conocimiento común y el conocimiento científico.....	17
1.4 Antecedentes.....	19
1.4.1 Antecedentes relacionados con la experiencia en el aula, algunos conceptos de la flotación y la relación conocimiento común-conocimiento científico.....	19
1.4.2 Antecedentes sobre el uso de la historia y epistemología de las ciencias.....	23
2. MARCO TEÓRICO	26
2.1 El conocimiento común.....	26
2.2 El conocimiento científico.....	27
2.3 El libro de texto científico.....	29
2.3.1 El papel del libro de texto académico como fuente en la transmisión del conocimiento científico	29
2.3.2 La retórica de los textos científicos.....	31
2.4 El distanciamiento entre conocimiento común y conocimiento científico.....	33
2.5 La relación entre el conocimiento común y el conocimiento científico.....	39
2.6 La historia de las ciencias y perspectiva sociocultural del conocimiento.....	40
2.7 Desarrollo histórico de la flotación.....	42
2.8 El papel del experimento en la construcción del conocimiento escolar	48
3. METODOLOGÍA	49
3.0 Objetivos	49

3.1 Los instrumentos de recolección y análisis de información.....	50
3.1.1 El cuestionario de preguntas abiertas.....	50
3.1.2 Análisis de contenido aplicado a textos.....	51
3.1.3 Las redes sistémicas aplicadas a los cuestionarios de preguntas abiertas y el análisis de textos.....	53
3.1.4 Matriz de cruce de información.....	53
3.2 Población y muestra.....	53
3.3 Desarrollo metodológico.....	54
3.3.1 Las preguntas del cuestionario.....	55
3.3.2 El análisis de contenido.....	57
3.3.2.1 Estructura utilizada para el análisis de contenido.....	57
3.3.2.2 Los textos universitarios utilizados para el análisis de contenido.....	58
3.3.3 La red sistémica aplicada al análisis de textos.....	63
3.3.3.1 Plantilla de registro de datos de la red sistémica aplicada al análisis de textos.....	64
4. RESULTADOS Y ANÁLISIS.....	66
4.1 Cuestionario de preguntas abiertas.....	66
4.2 Análisis de contenido a libros de texto universitario.....	68
4.3 Ideas acerca de la flotación extraídas desde la historia del concepto.....	71
4.4 Triangulación.....	72
4.5 El diseño del experimento.....	74
4.6 Evaluación.....	81
5. CONCLUSIONES Y PROSPECTIVAS.....	87
5.1 Conclusiones generales.....	87
5.2 Conclusiones específicas.....	88
6. BIBLIOGRAFÍA.....	90
7. ÍNDICE DE FIGURAS.....	95
8. ÍNDICE DE TABLAS	96
9. ÍNDICE DE ANEXOS.....	96
10. ANEXOS.....	97

RESUMEN

La presente investigación, vista desde una perspectiva sociocultural del conocimiento, trata asuntos relacionados con la relación enseñanza – aprendizaje de las ciencias. Lo anterior, surge en virtud de las dificultades que han supuesto las formas tradicionales de enseñanza, la ciencias se presenta como un cúmulo de verdades irrefutables, con maestros a los cuales tampoco se les puede refutar ya que ellos “enseñan las verdades” de la ciencia y con un sistema educativo secularizado bajo los paradigmas por los cuales se han regido. Mucho se ha debatido acerca de cuál es la mejor manera de enseñar ciencias naturales y cómo hacerle frente a la situación bosquejada arriba y, en medio de ese debate surgen una serie de interrogantes, por ejemplo ¿Cómo inciden en los procesos de enseñanza – aprendizaje las ideas que el estudiante ya trae consigo y que hacen parte del cúmulo de conocimientos como producto de las experiencias de su vida? o ¿Cuál es la noción de ciencia que trae implícito el libro de texto científico? y ¿Cómo esa noción de ciencia determina la imagen que de ella se proyecta en todos los niveles de educación científica? Estas interrogantes traen a colación dos elementos fundamentales a tener en cuenta en el acto educativo: El conocimiento común y el conocimiento científico y la relación que existe entre ellos. De manera transversal están el uso de la historia y epistemología de las ciencias y la experimentación en ciencias naturales.

Estas dos últimas cumplen un papel importante dentro de esta relación, la historia y epistemología de las ciencias brinda elementos base sobre los cuales se generan los conceptos científicos, desde el mismo momento en que se inscriben históricamente hasta la manera en que se concibe en la actualidad; así mismo, la experimentación para la enseñanza de los conceptos científico es de vital importancia si se toma en cuenta que la experimentación en ciencias naturales es una de las bases de sustentación de las teorías, ya que por medio de esta se refuta o se comprueba su veracidad, sirve como base de conocimientos para la generación de teorías y en el mejor de los casos genera conocimientos de la mano de la teoría como elementos complementarios uno del otro.

Desde esa perspectiva esta investigación será desarrollada bajo un enfoque cualitativo y desde allí, se abordan los siguientes aspectos: la relación del conocimiento común con el

conocimiento científico, este último, representado en los libros de texto, el papel de la historia de las ciencias con relación a la construcción de los conceptos científicos –para este caso, la flotación- y, el papel del experimento en la construcción del conocimiento. De allí que su propósito es construir experiencias escolares como relacionantes entre conocimiento común y conocimiento científico, de tal manera que brinde alternativas para la enseñanza, aprendizaje y evaluación (E-A-E) de los conceptos relacionados con la flotación. Para esto se analiza por un lado, las concepciones que los estudiantes de grado décimo de una institución local tienen sobre el concepto en cuestión, antes de ser instruidos por el maestro, para obtener pistas que permitan interpretar el mundo conceptual del estudiante; con la ayuda de un cuestionario de preguntas abiertas, se indaga sobre algunas situaciones de la vida cotidiana en las que se encuentra de manera implícito el fenómeno de la flotación y otros conceptos relacionados como densidad, empuje y superficie de sustentación, los datos suministrados por el cuestionario se recoge en redes sistémicas para luego analizar desde las categorías obtenidas el conocimiento que poseen los estudiantes antes de la instrucción. Luego de eso, se analizan algunos textos de corte universitario de física y química utilizados en la enseñanza de la flotación; esto último, se asumirá como conocimiento científico. Por medio de un análisis de contenido a textos, se recopilan los datos y con una red sistémica se categorizan los elementos hallados de tal manera que ello refleje lo que los textos muestran. Por otro lado, se realiza un desarrollo histórico - epistemológico de la flotación, tomando como base los trabajos de Arquímedes y Pascal, ya que es en ellos en quien recae la fundamentación del concepto. Para ello se ha recurrido a los libros de texto históricos de tal manera que ellos muestren los acontecimientos de una manera más crítica y más cercana al contexto en el cual se desarrolla la construcción del concepto a través del tiempo. Con los resultados obtenidos en los tres análisis anteriores, se realiza un cruce de información de tal manera que permita obtener elementos para pensar en cómo diseñar y desarrollar experimentos sobre flotación. Estos experimentos deberán estar fundamentados en las ideas que los estudiantes tienen sobre flotación antes de la instrucción, lo que los libros de texto científico promulgan y lo que la historia de las ciencias aporta. Las experiencias escolares destinadas a la enseñanza de la flotación cuya base son los aspectos mencionados arriba permitirán por un lado, que el estudiante tenga un contacto muy cercano con el fenómeno, que lo manipule y saque conclusiones propias como producto de

lo que ha observado y, que construya el concepto por medio de la manipulación de variables, de esta manera se le está dando importancia no solamente al hecho de enseñar de una forma alternativa sino que se estará inscribiendo en el estudiante un interés por las ciencias naturales.

PALABRAS CLAVE: Conocimiento común, conocimiento científico, historia de las ciencias, experimentación, flotación.

ABSTRACT

This research, from a sociocultural perspective view of knowledge, addresses the problem of the relationship teaching - learning science. The above problem arises under the difficulties brought about by the traditional forms of education, science is presented as a mass of irrefutable truths, with teachers who also can not refute them because they "teach the truths" of the science and a secularized education system under the paradigms by which they have governed. Much has been debated about what is the best way to teach science, and how to deal with the situation outlined above and in the midst of this debate raises a number of questions, such as How to affect the teaching - learning the ideas that the student already brings with it and are part of the body of knowledge as a product of the experiences of your life? o What is the notion of science that brings implicit scientific textbook? and How is this notion of science determines the image that it projects at all levels of science education? These questions bring up two key elements to consider in the educational act: The common knowledge and scientific knowledge and the relationship between them. Transversely are using history and epistemology of science and experimentation in the natural sciences.

The latter two play an important role in this relationship, the history and epistemology of science provides basic elements on which scientific concepts are generated, from the moment they are historically enroll up the way it is conceived today ; Likewise, experimentation for teaching scientific concepts is of vital importance if one takes into account that experimentation in the natural sciences is the support base of the theories,

since by this is refuted or confirmed true, It serves as a knowledge base for generating theories and the best hand generates knowledge of theory as complementary to each other.

From that perspective this research will be developed under a qualitative approach and from there, the following issues are addressed: the relationship of common knowledge with scientific knowledge, the latter represented in textbooks, the role of the history of science with relation to the construction of scientific concepts -for this case, the flotación- and the role of the experiment in the construction of knowledge. Hence its purpose is to build school experiences as relacionantes between common knowledge and scientific knowledge, so as to provide alternative teaching, learning and assessment (E-A-E) of the concepts related to flotation. For this is analyzed on the one hand, conceptions that sophomores have a local institution on the concept in question, before being instructed by the teacher, for clues to interpret the conceptual world of the student; with the help of an open-ended questionnaire, we inquired about some situations dela everyday life that is implicit the phenomenon of flotation and other related concepts such as density, drive and airfoil, the data supplied by the questionnaire It stated in systemic networks and then analyze the categories obtained from the knowledge possessed by students before instruction. After that, some college texts cutting physics and chemistry used in teaching are analyzed flotation; the latter, it will be assumed as scientific knowledge Through a content analysis of texts, data is collected and with a systemic network elements found in such a way that it reflects what the texts are categorized show. On the other hand, a historical development is done - epistemological flotation, based on the works of Archimedes and Pascal, since it is they who bears the foundation of the concept. To this end, it has used the historical text books so that they show the events of a more critical and closer to the context in which the construction of the concept is developed over time way. With the results obtained in the three previous analyzes, crossing information so that to obtain elements to think about how to design and conduct experiments on flotation is performed. These experiments should be grounded in the ideas students have about buoyancy before instruction, what scientific text books promulgated and what the history of science provides. School experiences aimed at teaching the waterline base are the aspects mentioned above allow one hand, that the student has a close contact with the phenomenon, which handle and remove own

conclusions as a result of what has been observed and, to build the concept through manipulation of variables, so he is giving importance not only to the fact teach an alternative way but you will be enrolling in the student an interest in the natural sciences.

KEY WORDS: Common knowledge, scientific knowledge, history of science, experimentation, flotation.

PRESENTACION

Entendiendo que una de las preocupaciones que siempre se ha tenido dentro del ámbito de la educación en ciencias naturales, es la enseñanza, aprendizaje y evaluación de los conceptos científicos, de allí que la presente investigación, se lleva a cabo como un aporte a los mencionados procesos. En el sentido anterior, vemos cómo van creciendo las diferentes maneras de asumir dicha preocupación. En este caso se muestra la importancia de los procesos en mención teniendo en cuenta aspectos importantes como: Lo que el estudiante tiene en su mente antes de la instrucción, lo que plantean los textos de carácter científico y los aportes de la historia y epistemología de las ciencias. El análisis de lo anterior brindará elementos para el diseño y desarrollo de estrategias para la enseñanza de los conceptos científicos. Por otro lado, aumenta la tendencia al uso de la experimentación como estrategias para la enseñanza de las ciencias naturales, lo que hace pensar en cómo utilizar los hallazgos de la investigación (ideas de los estudiantes, los textos científicos y la historia y epistemología de las ciencias) para el diseño y desarrollo de estrategias didácticas relacionadas con las prácticas experimentales en la enseñanza de las ciencias. Ya en un trabajo de investigación anterior sobre hidrostática se utilizó los libros de texto científico y la historia y epistemología de las ciencias para la enseñanza de la presión atmosférica, lo que condujo a adentrarnos en el campo de la física y desde allí abordar fenómenos relacionados con la presión de los líquidos. De la misma manera, este trabajo de investigación se centrará en el fenómeno físico de la flotación para desde allí explicar algunos conceptos relacionados como, la densidad de líquidos y sólidos, el empuje bajo el Principio de Arquímedes, la superficie de sustentación, entre otros, necesarios para entender el fenómeno de la flotación. Se utilizarán herramientas de recolección de información como el cuestionario de preguntas abiertas y el análisis de contenido y, los instrumentos de análisis de información como las redes sistémicas aplicadas a los cuestionarios y los análisis de contenido.

El análisis de los resultados llevará a pensarse en cómo abordar el fenómeno de la flotación y es aquí en donde cobran importancias la experimentación sobre el concepto en cuestión. Tal experimentación se realizó con estudiantes de grado décimo, con ellos se logró una

serie de actividades que conllevaron a cambiar su esquema conceptual sobre ese concepto y adquirieron otros de gran importancia para la comprensión del mismo.

Los resultados muestran que el uso de la experimentación escolar es fundamental si lo que se quiere es que el estudiante tenga una conexión directa entre el fenómeno observado y la comprensión de las leyes naturales que lo fundamentan, de esa manera habrá una íntima relación entre el conocimiento adquirido y la realidad.

Como vemos, la investigación arroja elementos para la mejora de la enseñanza en ciencias naturales, las cuales podrán ser utilizadas por cualquier docente en pro de lograr avances en el aprendizaje de los conceptos científicos.

1. EL PROBLEMA

1.1. Planteamiento del Problema

Los problemas que se presentan dentro de la relación enseñanza-aprendizaje de las ciencias, han tenido sin lugar a dudas un papel estelar dentro de los debates que sobre la educación se hacen desde los diferentes niveles de intelectualidad- universidades, congresos,

seminarios, etcétera-. Inmersos a la mencionada relación están dos conceptos sustanciales, el conocimiento común y el conocimiento científico. Dos maneras totalmente distintas de ver el mundo y así mismo dos maneras de entenderlo. En primera instancia pareciera que entre ellos no existe relación alguna (o talvez es lo que se ha venido pensando a través del tiempo dentro de la escuela), tal forma de entender el acto educativo aún persiste y es difícil de romper; sin embargo, cada día crece la tendencia a pensar que hay relaciones entre ellos. Hoy por hoy, es claro que entre estos dos elementos conceptuales existen relaciones, en virtud de que no se puede comprender los fenómenos naturales sin apelar a los dos tipos de conocimiento

Dichos análisis evocan las principales tendencias de pensamiento, en las que predominan:

- Las posturas clásicas en las que establecen dentro de la relación mencionada, una manera unidireccional de ver el problema, es decir desde el maestro hacia el estudiante. Esta forma de ver el asunto le da al maestro, un “status” que lo pone frente al estudiante en un nivel más elevado; en ese sentido, el estudiante interviene de manera pasiva frente a la transmisión del conocimiento y es el maestro junto con los libros de texto los que se encargan de transmitir las verdades de la ciencia. El estudiante solo se limita a recibir ese conocimiento sin ninguna intervención por parte de él. Esta escuela, llamada positivista, genera de plano separaciones marcadas con otro tipo de conocimiento, el del sentido común, el que posee el estudiante - y el mismo maestro -, tal tendencia es secular y aún hoy en día se ve como esta influye en la escuela. Sobre esta separación existe una rica literatura, la cual será ampliada ulteriormente. Ahora bien, la flotación no escapa a esta forma de presentar los conceptos científicos; es así, como los libros de texto académicos revelan lo anteriormente mencionado. Sobre esto, Sánchez (2008), en un análisis que hace de los textos de química y física universitaria, muestra entre otras cosas, la poca o nula relación entre los dos tipos de conocimiento y esto se ve evidenciado en la ausencia de ejemplos relacionados con la vida cotidiana o con las ideas previas del estudiante y a su vez la carencia de una experimentación que relacione lo que el estudiante ya sabe con los conceptos científicos. Lo anterior supone una dificultad en el aprendizaje de dichos conceptos como se menciona arriba.

Frente a este problema, surge la historia y la epistemología de las ciencias para tratar de aportar en su solución. Diversos autores se manifiestan tratando de encontrar en ella, la manera de re-construir los conceptos científicos y sobre una base epistemológica plantear alternativas para la enseñanza, aprendizaje y evaluación de las ciencias experimentales. Una de ellas, la perspectiva sociocultural de las ciencias, considera que “...no se puede desconocer que hay una sociedad que nos determina y la cual nosotros determinamos, esta relación biunívoca no es universal, es relativa al contexto social y las problemáticas surgen de las necesidades personales pero en el ámbito social que nos implica.” (García, 2009)¹

Lo que quiere decir que los saberes se construyen con base en las necesidades que el contexto le apremie, de esta manera el conocimiento científico ya no está separado del conocimiento común, sino que ambos se construyen en la medida en que la sociedad lo necesite.

Dentro de esta línea de pensamiento, surge la experiencia escolar y el experimento como puente de unión entre los dos tipos de saberes; sin embargo la experimentación en las ciencias y en ese mismo sentido en el aula, tiene rasgos que lo enmarcan dentro de escuelas de pensamiento ya sea positivista o tradicional en donde este está subordinado a la teoría ya sea para refutarla o comprobarla, otras en donde el experimento hace a la teoría – concepciones empirista o baconianas- y aquellas posturas relativistas de la ciencias en donde el experimento está en un mismo nivel que la teoría y entre ambos se complementan. Volviendo a la línea de pensamiento-la perspectiva sociocultural del conocimiento-, vemos en la experimentación una función esencial en la construcción del conocimiento. Cuando se experimenta desde esta concepción, la experiencia ya no se centra solo tratar de demostrar algún aspecto teórico relacionado con el fenómeno sino que supone ahora una experiencia del sujeto que intenta construir un nuevo conocimiento. Esa experiencia le permite reflexionar sobre lo que está evidenciando por medio del experimento, de esta manera le da sentido a la naturaleza del fenómeno y a su necesidad – social - de conocer. A través de esta forma de ver la experimentación, se trata de llegar a representar la realidad, aquella que a simple vista no se puede llegar a entender. De allí que las verdades construidas serán la mejor representación de la verdad. Esta forma de representación por medio del

¹ Página 29

experimento, necesitará de un lenguaje con el cual dar razón de esa verdad y de esa manera poder darle sentido al conocimiento adquirido. Ahora bien, esbozadas las bases de esta investigación veremos cómo se llevará a cabo el propósito de diseñar y desarrollar experimentación en el aula para la enseñanza de la flotación. Esto último se realizará por medio de la secuencia de actividades siguiente: se analizará la relación entre el conocimiento común y el conocimiento científico; el primero de ellos, en función de las ideas que poseen los estudiantes antes de la instrucción y el segundo, representado en los libros de texto; seguido a esto se analizará el papel que juega la historia de las ciencias con relación a la construcción de los conceptos científicos –para este caso, la flotación-. Con los insumos anteriores se extraerán elementos que servirán para el diseño y desarrollo de experiencias escolares, de tal manera que permitan un acercamiento entre el conocimiento común y conocimiento científico, y así brindar alternativas para la enseñanza, aprendizaje y evaluación (E-A-E) de los conceptos relacionados con la flotación. Las experiencias escolares permitirán que el estudiante tenga un contacto directo con el fenómeno, manipule variables y saque sus propias conclusiones como resultado de lo observado; esto le permitirá construir el concepto por medio de la manipulación de variables y la comprensión de la relación existente entre ellas y así se le está dando importancia no solamente al hecho de enseñar de una forma alternativa sino que se estará inscribiendo en el estudiante un interés y gusto por las actividades científicas.

1.2 La pregunta problema

Los argumentos expuestos sobre la separación entre conocimiento común y conocimiento científico-poniendo al libro de texto como representante de este último-, el uso de la historia de las ciencias en la construcción de los conceptos científicos y el papel del experimento en la mencionada relación, permiten plantear la siguiente pregunta de investigación:

¿Cómo la historia y la epistemología de las ciencias, las ideas previas de los estudiantes y los libros de texto contribuyen a la construcción de experiencias escolares con respecto a la flotación, de tal manera que permitan un acercamiento entre el conocimiento científico y el conocimiento común en el ámbito de la relación enseñanza – aprendizaje – evaluación de las ciencias naturales?

1.3 Justificación

Existen dos aspectos que justifican este proyecto de investigación, a saber:

1.3.1 Los aportes de la historia y epistemología de las ciencias en la construcción de los conceptos científicos y su uso en la enseñanza de las ciencias

La historia de las ciencias

Frente a esto, existe diversidad de autores que prestan atención a su importancia, en virtud de que esta brinda elementos que se pueden tomar en cuenta en la enseñanza de los conceptos científicos, los cuales son construcciones mentales creadas para representar los diferentes fenómenos naturales; el análisis de la manera cómo se realiza tal construcción, su desarrollo histórico y sus implicaciones en los procesos de transformación social y cultural, lo da historia y la epistemología de las ciencias. Así, los diferentes análisis que se realizan a este respecto, permiten un acercamiento más directo y manejable a su naturaleza y aplicación de los conceptos.

Zambrano (2003), considera que la historia del concepto viene a ser un componente fundamental a la hora de establecer vínculos entre el contexto actual y el contexto histórico inicial, base sobre el cual se desarrollan las ideas acerca de los fenómenos; esto permite tener una información de la construcción del conocimiento, más cercano y acertado de los hechos, por medio de la relación entre el contexto histórico actual y el contexto histórico inicial. De igual manera, Zambrano plantea: “El concepto científico...es la base de los procesos de enseñanza, aprendizaje y evaluación” y aclara diciendo: “...la concepción de la enseñanza del conocimiento científico en relación con la investigación, implica reconocer

que la enseñanza de la práctica científica no es una enseñanza científica sino se hace explícito el contexto, epistemológico, explicativo o teórico e histórico que ha producido dicho resultado”. Página 221.

García (2009), le da una alta importancia a los procesos históricos en los que se construyen los conceptos, está de acuerdo con las posiciones epistemológicas que ponen a la historia de las ciencias (HC) como agente contextualizador de saberes; frente a esto menciona: “Por supuesto que el uso de la HC ...promueven el despertar del espíritu crítico del profesorado y el estudiantado necesario para actuar en sociedad frente a los hechos en que la ciencia está involucrada y atender a los requerimientos más acuciantes e irreversibles de la interculturalidad...”²

Estudios más recientes como el de García (2014), la relación entre la Didáctica de las Ciencias y la Historia y Filosofía de las Ciencias se han convertido en un elemento importante dentro del diseño y desarrollo de la ciencia escolar. En el estudio en mención destacan algunos aspectos de la mencionada relación, a saber:

1. La creación de visiones más próximas a la que realmente se produce el conocimiento científico y a la actividad científica misma, menos estereotipada, más crítica y reflexiva de los problemas que la sociedad actual atraviesa.
2. Busca alternativas para que los docentes en formación se vincules de manera permanente en Historia y Filosofía de las Ciencias y que esto se vea reflejado en su quehacer docente
3. Propender por el adecuado diseño y desarrollo del trabajo experimental en el aula.

Lo mencionado anteriormente implica tener nuevas nociones y visiones de cómo enseñar ciencias y de esa misma manera se verá reflejado tanto en los nuevos docentes como en la manera como los estudiantes aprenden ciencias.

² García, E., en Historia de la ciencia en textos para la enseñanza neumática e hidrostática. Perspectivas Socioculturales. Universidad del valle. Colombia. Página 34

Otra manera de ver el asunto lo proponen Sales, et al (2015), quienes ven el uso de la historia y la filosofía de la ciencia como una herramienta para desarrollar las habilidades de argumentación de manera crítica y reflexiva en los estudiantes. Desde una postura toulminiana, establece algunos aspectos que desde la historia y filosofía de la ciencia pueden ser abordados, uno de ellos es la argumentación en ciencias naturales, tomando en cuenta que las ciencias compiten entre sí, por medio de la argumentación. Los argumentos que se realizan a la luz de los aportes de la historia y filosofía de la ciencia pueden tener más coherencia y por consiguiente más posibilidades de ser aceptado, esto en últimas beneficia al estudiante.

1.3.2 La separación marcada entre el conocimiento común y el conocimiento científico.

La ciencia muestra su conocimiento como verdades irrefutables y universales; esta misma visión positivista de la ciencia se refleja en la escuela en donde el maestro que, entre otras cosas, tiene un status que le permite decir “yo poseo la verdad y tú como estudiante solo debes aprenderla”, presenta los conceptos científicos como la verdad que hay que saber. Esta posición positivista descarta toda posibilidad de intervención del estudiante desde lo que ya conoce, es decir desde sus ideas previas. Con respecto a esto, Pozo (1987), cree que los conceptos científicos basados en la lógica de sus propias disciplinas, en la mayoría de los casos no corresponde a la noción que puedan tener los estudiantes acerca de un concepto, de allí que sea necesario tener en cuenta cuáles son las características del conocimiento común y el conocimiento científico.

Sánchez (2008), referenciando a Furió (1983, 1993) considera que el docente desconoce y omite las ideas previas que los estudiantes poseen sobre los conceptos científicos y que esto redundaría en la gran persistencia de los errores conceptuales. Por lo tanto, se presenta una eficacia muy limitada de la enseñanza de los conceptos científicos debido a la escasa atención por parte del profesorado a las ideas previas del alumnado. Por otro lado Candela (2003), -citado por Sánchez- refiriéndose a la posición que el profesorado tiene frente a la enseñanza, en la cual establece como “versión correcta” la que él imparte a sus alumnos, invalida cualquier propuesta que no coincida con su versión y resta de manera contundente

toda versión que surja de las ideas previas del estudiante, coincidiendo con lo mencionado al inicio de este apartado.

Los libros de texto van en la misma línea, siendo los que exponen la teoría, los ejercicios para resolver los problemas relacionados con esa teoría y las soluciones a esos problemas, ponen a la ciencia como algo acabado que no deja lugar a modificaciones salvo por la misma ciencia y su método. García (2009) realiza un análisis de la retórica de los libros de texto universitarios, en donde pone de manifiesto, cómo el lenguaje y la manera de representar los conceptos llevan consigo una intención oculta bajo una retórica. Tal intención es la de poner a la ciencia como la hacedora de verdades absolutas y universales. Esta característica de los textos universitarios es contrarrestada con las concepciones que plantea Guidoni -citado por García (2011)-, con respecto a la construcción de conocimientos en la que pone sobre un mismo plano la experiencia, el conocimiento y el lenguaje; con respecto a esto, considera que la relación entre estos tres aspectos, proporcionan una buena comunicación de los conceptos científicos.

1.4 Antecedentes

1.4.1 Antecedentes relacionados con la experiencia en el aula, algunos conceptos de la flotación y la relación conocimiento común-conocimiento científico.

En vista de que uno de los pilares de esta investigación está relacionado con la experiencia en el aula, es conveniente recoger trabajos que vayan en ese sentido; así, tenemos a García et al (2004), quienes realizan un trabajo de investigación en donde se proponen a partir de situaciones de la vida cotidiana, la construcción de conocimiento científico con respecto al agua, para lo cual, lo relacionan con las disciplinas de la biología, la química, la física y la educación ambiental; con un lenguaje no tan técnico, trata de lograr un acercamiento hacia la comprensión del concepto en cuestión. En el caso de la biología, resalta la importancia del agua para el hombre como un elemento fundamental en la hidratación del cuerpo; en química, se aborda el agua en la digestión humana como la sustancia fundamental que permite la disolución de muchos de los nutrientes, sin la cual no se podría el proceso mencionado; en física el fenómeno de la flotación, que se aborda desde algunos elementos tomados del análisis histórico y epistemológico del concepto, pasando por el principio de Arquímedes y el fenómeno de la densidad y, los aportes de Pascal, como el equilibrio de los líquidos y la relación existente entre el empuje y la superficie de sustentación; en educación ambiental, tal como los autores lo conciben, trata la conservación del agua como recurso natural que permite que se den la mayoría de los procesos biológicos. Los cuatro aspectos sobre la importancia del agua son vistos desde una perspectiva sociocultural del conocimiento. Aquí cabe resaltar que en cuanto a la flotación, se menciona como una herramienta útil para la enseñanza de los conceptos científicos, la experimentación, de allí que se realizan algunas propuestas de cómo abordar el concepto a partir de algunos experimentos y de esa manera relacionarlos con el evento cotidiano de la flotación.

Tortosa Moreno y otros (2005) quienes realizan tres experimentos de química en el aula. El primero de ellos tiene que ver con el estudio de la ebullición de líquidos no acuosos y de uso común como la acetona y el etanol, los otros dos analizan cómo por medio de la presión se puede determinar la masa molar de un líquido y la variación de la velocidad de reacción por medio de la formación de uno los productos.

Este trabajo se relaciona con esta investigación en dos aspectos:

El primero tiene que ver con el uso del concepto presión (en este caso presión neumática) para determinar otras variables como punto de ebullición de un líquido no acuoso y velocidad de reacción; aquí se utiliza la variación de la presión como indicadores de la existencia de las otras variables mencionadas.

El segundo aspecto tiene que ver con la importancia que los autores le dan a la experiencia en el aula. Para ellos es importante las clases de ciencias en la que se combina la enseñanza tradicional y las nuevas tecnologías; entre otras cosas, mencionan que las experiencias propuestas por el maestro deben estar contextualizadas de la manera más cercana posible al entorno emocional del alumno, de tal manera que se desarrollen actividades adecuadas que le permitan adquirir destreza en la expresión oral o escrita de los experimentos realizados en clase; todo ello para tratar de dar una aproximación más constructivista de la enseñanza de las ciencias.

Delgado, et al (2005), realizaron un trabajo relacionado con el concepto presión manométrica. Considerando que el mencionado concepto es fundamental para entender la estructura macroscópica de la materia, se proponen desarrollar y optimizar una unidad didáctica experimental para introducir el concepto presión y entender el funcionamiento del manómetro de columna en U abierto, aplicado a los estudiantes del nivel superior en los que la evaluación permita regular el proceso enseñanza-aprendizaje y el fomento de un lenguaje en el aula para la reconstrucción del conocimiento científico. La enseñanza del concepto presión se realiza dentro del curso Termodinámica de nivel superior, donde los autores consideran de suma importancia el buen manejo de los instrumentos de medición de presión. Por otro lado piensan que es importante tener en cuenta las ideas previas que los estudiantes tienen sobre algunos fenómenos cotidianos sobre presión y que se desarrollan a través de sus experiencias; en este punto consideran que presentarles (a los estudiantes)

nuevas experiencias, relacionarán lo que ya saben con el conocimiento nuevo, para darle sentido para la construcción de significados, participando así de la construcción de su propio conocimiento. El desarrollo de su trabajo es basado en la realización de cuatro experimentos por parte de los estudiantes, en donde la estrategia Predicción-Observación-Explicación (POE) es el eje, utilizando instrumentación casera (botellas, huevos, cocidos, harina, etcétera). El trabajo en mención se relaciona con este, por medio del concepto presión manométrica, ya que deriva de la presión como concepto físico presente el fenómeno de la flotación. Por otro lado trata de proponer experiencias nuevas que serán ligadas las experiencias ya presentes en el estudiante para construir el propio conocimiento del estudiante; siendo la experiencia crucial dentro de este proceso; de allí la pertinencia con esta investigación, ya que brinda alternativas para el uso del experimento en el aula, además de pretender un acercamiento entre los conocimientos común y científico.

García (2005), realiza un trabajo donde por medio de la experimentación a micro-escala, propone estrategias de evaluación de un aprendizaje significativo de las ciencias experimentales. El autor considera que las enseñanzas prácticas constituyen una parte muy importante del aprendizaje, porque por medio de estas el estudiante entra en contacto con los métodos experimentales, los cuales a su vez permiten una mejor comprensión de los conceptos. Propone desde una postura antagónica con los métodos clásicos de enseñanza (aprendizaje de conceptos abstractos memorísticamente), la comprobación personal de los hechos, en los cuales el experimento cobra relevancia. Así mismo, ve en la experimentación en el aula una manera de desarrollar en los maestros el entusiasmo por las técnicas experimentales y estimular la curiosidad del alumno en pro de desarrollar una actitud crítica en la valoración de los resultados.

Para llevar su proceso utiliza el experimento: Electrólisis de una sal en disolución acuosa (yoduro de potasio) a micro-escala. El trabajo en mención se relaciona con esta investigación en que se concibe las enseñanzas prácticas como un componente de suma importancia dentro de la enseñanza-aprendizaje de las ciencias experimentales, de allí que adquiera relevancia debido a que por medio de las experiencias se puede lograr por un lado, un acercamiento entre el sujeto y el objeto dentro del trabajo en el aula y por otro, una

aceptación por parte del estudiante de aquellos conocimientos en los que las maneras tradicionales de enseñanza fracasaron.

Malagón, J. Ayala, M. y Sandoval, S. (2011), realizan una compilación de escritos cuya finalidad es poner al experimento en relación con la construcción de magnitudes, de tal manera que esta relación proporcione elementos para hacer propuestas significativas y contextualizadas en las clases de ciencias. Entre otras, la tendencia que enmarca su trabajo es la de pensar que la actividad experimental está íntimamente relacionada con la construcción y comprensión de los problemas y los fenómenos que se dan en el contexto del aula. Lo hacen teniendo en cuenta que desde el análisis epistemológico, el experimento ha tenido su “status” dependiendo de la concepción filosófica que se tenga sobre ciencia; ya sea desde una postura en la que este está subordinado a las teorías para comprobarlas o en la que el experimento hace a la teoría. Los autores plantean que el experimento debe estar en el mismo nivel de importancia con la teoría.

Crujeiras (2015), enmarcado dentro de lo que ella llama “el aprendizaje de las ciencias como un proceso de socialización dentro de la cultura científica”³, ve a las practicas experimentales como una oportunidad para despertar el interés por la participación del estudiante en las prácticas científicas, consecuencia de ello, es que éste construye conocimiento científico, además que comprende por qué se construye, se analiza y se evalúa por medio de unos métodos precisos y propios de la ciencias. Una de las bondades de este tipo de aprendizaje es como lo menciona la autora: “El enfoque del aprendizaje basado en las prácticas guarda relación con el desarrollo de las competencias científicas, ya que ambas implican el desarrollo de operaciones similares”⁴, lo que implica que las prácticas científicas llevadas a cabo en el seno de la comunicada científica son similares a las que se llevaría a cabo en el aula, el científico ya ha desarrollado unas competencias y las sigue desarrollando, el estudiante lo hace en la medida en que tiene contacto con este tipo de prácticas. Como vemos, el interés de esta investigación se centra en las prácticas experimentales para la enseñanza de la flotación, debido a que por medio de ella se logra desarrollar las competencias científicas necesarias para que este logra avanzar en otros niveles de desarrollo personal en sociedad.

³ Página 1

⁴ Página 2

1.4.2 Antecedentes sobre el uso de la historia y epistemología de las ciencias.

Desde la historia podemos citar a Aristóteles (1995), traducción de Guillermo de Echandía, en el cual se presentan las primeras explicaciones sobre fenómenos de la presión hidrostática como el movimiento o el ascenso de líquidos. Aristóteles plantea básicamente que los cuerpos tienen la tendencia natural a ocupar espacios –fenómeno al que denominó presión-, el agua y la tierra hacia abajo y el aire y el fuego hacia arriba. Además, plantea la teoría del horror al vacío, según la cual la naturaleza aborrece el vacío.

Mora y otros (2007), realizan un desarrollo histórico para poner de manifiesto cómo la proporcionalidad ha sido fundamental en el desarrollo histórico de las Ciencias, entre ellos los procesos de matematización desarrollados por Arquímedes, más específicamente, en sus tratados Sobre Cuerpos Flotantes.

Evangelista Torricelli (1644), quien escribe algunas cartas a científicos reconocidos de la época (Entre ellos Miguelangelo Ricci) para validar sus nuevas ideas sobre el aire. Torricelli contradice la teoría de Horror al vacío y plantea la idea de que la presión atmosférica es igual al peso de toda la columna de aire que se sitúa encima de nosotros; en otras palabras, consideraba que estamos sumergidos en un mar de aire.

Elena (1984) escribe una traducción del libro de Blaise Pascal: “Tratado de Neumática” desde el cual explica fenómenos naturales con líquidos, utilizando jeringas, tubos, el aire y agua y de esa manera explica la naturaleza de la presión en los líquidos. Trabaja también, para contrarrestar la idea del vacío y trata de convencer a sus contradictores mediante experiencias realizadas con vacíos.

Solís (1985) traduce el libro “Física, química y filosofía mecánica” de Robert Boyle, escrito en el siglo XVII, en el cual construye la idea de presión como un estado y hace la analogía del aire como un resorte. Además, utiliza una máquina llamada “Bomba Neumática” para tratar de validar el conocimiento construido. De este modo convirtiéndose en uno de los padres de la tecnología.

Los escritos de estos autores son la fuente histórica base para realizar la construcción de la flotación; los conceptos que serán tratados dentro de ésta son la flotación, el principio de Pascal, la presión del aire -llamada presión atmosférica-, la presión neumática y en ese sentido las relaciones presión atmosférica-altura, relación presión-volumen.

Por último mencionaré a García, E (2009), quien realiza un estudio sobre la mecánica de fluidos, tomando como base la historia y epistemología de las ciencias. En este trabajo, hace un recorrido por los diferentes estadios de construcción histórica de los conceptos de la mecánica de fluidos como presión hidrostática, presión neumática, presión atmosférica, entre otros; utiliza el desarrollo histórico en mención para hacer una propuesta pedagógica en los textos de enseñanza desde una perspectiva histórica. En su libro, parte de los referentes teóricos que soportan el uso de la historia en la enseñanza de los conceptos científicos y en ese mismo sentido realiza sus análisis desde la epistemología de las ciencias. Comienza su recorrido histórico partiendo de las concepciones del vacío de la edad antigua, en donde realiza un análisis de cómo el vacío hace parte de un problema epistemológico que atraviesa las concepciones de los pensadores antiguos, el papel que juegan Galileo, Pascal y Torricelli sobre este problema y, la serie de experimentos que sobre el fenómeno se realizaron. Luego entra al campo de la hidrostática, donde los trabajos de Pascal cobran importancia; aquí, se trabaja el equilibrio de los líquidos tomando como base el problema fundamental del equilibrio estudiado por los antiguos, para luego desarrollar el Principio de Pascal y la flotación de los cuerpos. Enseguida aborda la neumática partiendo del estudio del comportamiento del aire tratado en la antigüedad, para finalmente realizar establecer la Ley de Elasticidad del Aire con Boyle. La relación que este antecedente guarda con esta investigación se basa en tres aspectos:

- a. Aborda el problema de la enseñanza de las ciencias desde las concepciones filosóficas del conocimiento científico, en el que discrimina las dos tendencias imperantes: la ciencia positiva y la ciencia relativista, de cuyo distanciamiento da razón la escuela. El autor ve a esta última, como una perspectiva sociocultural de construcción del conocimiento

- b. El desarrollo que él hace de la mecánica de fluidos desde una perspectiva experimental, la cual se evidencia a lo largos de toda su obra. Para el autor, el experimento es fundamental para construir saberes en los que se dé sentido a las realidades construidas. Este punto converge con lo expuesto en el apartado 1.3.1
- c. El uso de la historia de las ciencias y de algunos aspectos de la filosofía historicista para presentar la mecánica de fluidos y su enseñanza en la escuela.

1. MARCO TEÓRICO

2.1 El conocimiento común

El *conocimiento común*, aquel tipo de conocimiento que es diferente al conocimiento científico, se adquiere por medio de las experiencias del diario vivir. Por ejemplo, desde la postura de Popper (1967) vemos que a más del mundo número 3 del que se habló anteriormente existe el mundo número 1 que es el mundo físico natural y, el mundo número 2 al que pertenecen los estados de conciencia o estados mentales y los estados conductuales para actuar; estos estados pueden estar catalogados como el mundo subjetivo, donde el yo sé o yo conozco, hacen parte de las estructuras mentales del individuo (Popper, 1967), de allí que todo el conocimiento que proporciona este mundo o que deriva de él, es el conocimiento común. Los estados de conciencia y las disposiciones para actuar dependen en gran medida de la asimilación que el sujeto hace de su mundo subjetivo. Hay que aclarar que existe una estrecha relación entre el mundo 1 y 2 y el resultado es que el individuo interactúa y actúa en la medida que experimenta y absorbe este tipo de conocimiento, dando como resultado toda una gama de tendencias y actitudes que en últimas se verá reflejada en las concepciones que éste desarrolle acerca de cualquier concepto.

Si comparamos los sistemas de organización intelectual del sujeto con los sistemas epistémicos – paradigmas kuhnianos- de la construcción del conocimiento científico, que evolucionan con el tiempo y tienden a formas de organización más complejas (Moreno 1986), vemos que los sistemas de pensamiento tanto del niño como del científico, deben ser estables ya que de otra manera tienden a desaparecer; esto permite decir: si para un científico resulta difícil abandonar la estabilidad de su sistema epistémico como se planteó inicialmente, en el niño resulta más difícil debido a su poca habitualidad con el ejercicio intelectual del científico y por lo tanto más difícil el pretender que cambie repentinamente su estructura de ideas previas en una o dos horas de clase. El conocimiento común que posee el sujeto está enmarcado dentro del sistema de organización de ideas que cada sujeto hace de su entorno y de sus experiencias, de allí la resistencia al reemplazo de un concepto producto del conocimiento común por un conocimiento científico.

Otra manera de abordar el asunto es proponer que el conocimiento común o cotidiano, es aquel que está representado por una manera muy particular de funcionamiento de la mente

humana, debido a que en la vida cotidiana, nadie hace preguntas y nadie responde por uno, de tal manera que los modelos funcionan distintos a los del conocimiento científico (Soto, 2002). La ausencia de la conciencia de las relaciones en las cuales los conceptos adquieren un significado, determinan los conceptos previos de los alumnos y no en el proceso mental en el cual esos conceptos se conectan, esto último corresponde a la adquisición del conocimiento escolar; de esta manera, el conocimiento común está estructurando la conciencia del sujeto hasta que se lleve a cabo un proceso escolar donde esos esquemas mentales sean modificados (Zambrano, 1998). El conocimiento común que poseen los estudiantes por tanto, le corresponden aquellas estructuras mentales formadas a partir de las experiencias cotidianas, sin intervención de ningún otro tipo de conocimiento. Tales estructuras responden a la manera como un niño interactúa con la realidad, ya sea social o físico-natural.

2.2 El conocimiento científico

Definir qué es el *conocimiento científico* no es sencillo, debido a que existen diversas posturas, las cuales están en función de las diferentes corrientes de pensamiento al cual pertenecen. Algunos como Kuhn (1962), ven a este tipo de conocimiento como aquella estructura de ideas que ha sido formada a partir de procesos previamente establecidos y que son compartidos dentro de una comunidad determinada, enmarcada en lo que él denomina paradigmas; todas las actividades que giran en torno a esos paradigmas, es lo que se conoce como ciencia normal. La ciencia normal está sometida a una serie de factores que la determinan como el contexto social, político, económico y cultural. Kuhn además propone la idea de que estos factores inciden en las personas que ejercen la ciencia. Por otro lado, cuando dentro de un paradigma se detecta una anomalía se presentan una tendencia a pensar en otras ideas que ayuden a resolver dicha anomalía y si esta presenta dificultades de resolución se genera el enigma, el cual permite al científico encaminar toda su vida a su resolución; es así como se dan lo que él llamó “revolución científica” que muchas veces da como resultado el cambio de paradigma. Estas ideas forman una línea de pensamiento que lleva a repensar en lo que tradicionalmente se concebía como ciencia y de la imagen que se tiene de ella, una ciencia acabada, proporcionadora de verdades irrefutables. Bajo esta misma línea, la de Kuhn, se concibe la ciencia como un conjunto de ideas o propuestas

aceptadas por convención entre los científicos, estableciendo así lo que se conoce como “esencia teórica pura”. Al estructurar coherentemente tales “teorías puras” se forman los programas de investigación que en últimas será el conocimiento científico (Lakatos 1975). Esto permite llegar a la conclusión de que tanto el conocimiento común como el conocimiento científico, son dos concepciones distintas y antagónicas salvo el considerar que el conocimiento científico parte de una serie de ideas estructuradas y aceptadas por una comunidad determinada (Zúñiga, 1998). Pese a lo anterior, esta trabajo de investigación se permite demostrar que existen relaciones entre ambos tipos de conocimiento como lo veremos más adelante.

No obstante lo anterior, también se puede considerar que existen tres mundos o universos dentro de los cuales está lo que se denomina el mundo número 3. Este es el mundo de los contenidos objetivos del pensamiento, especialmente el de los pensamientos científicos, poéticos y de las obras de arte. A este mundo pertenecen los sistemas teóricos, los problemas y situaciones problemáticas, los argumentos de crítica y el contenido de las publicaciones periódicas, libros y bibliotecas (Popper, 1967). No cabe duda de que el conocimiento científico esta demarcado dentro del mundo número 3. Este tipo de conocimiento es de carácter objetivo al ser expresado como una teoría, problema o argumento objetivo; por lo tanto, es conocimiento sin cognoscente o conocimiento sin sujeto que conoce, de allí que toda producción científica generada en este contexto es objetiva. Esta manera de ver la ciencia, le da relevancia al Método Científico frente a otras formas de pensar de obtención de conocimiento. También se cree que el conocimiento científico combina la tradición escrita en la cual se recoge la síntesis de lo que se ha construido anteriormente la cual se enriquece constantemente con los resultados de las investigaciones y es la fuente principal de nuevos materiales para la formación de las nuevas generaciones de científicos, la discusión racional para intercambiar argumentos en pro del desarrollo de las ideas científicas anteriores, siempre apoyada de la tradición escrita y una predisposición a predecir fenómenos y replantear teorías a la luz de los resultados de la experiencia (Hernández, 1994). La creencia de que la ciencia es un “un cuerpo de ideas que se caracteriza por ser un conocimiento racional, sistemático, exacto verificable y por lo tanto falible” (Bunge, 1972) (Popper, 1995), se contradice con las ideas planteadas inicialmente, ya que esta visión, establece una clara diferencia entre la ciencia formal

(ideal), dentro de las cuales están los sistemas de lógica formal y las matemáticas y la ciencia fáctica (objetiva o material), las cuales abarcan las ciencias experimentales ya que se basa en hechos. Sentadas algunas posiciones acerca de la naturaleza del conocimiento científico, me posicionaré en aquellas que tienen alguna relación con el hecho de que este tipo de conocimiento corresponde a una estructura de ideas convencionalmente aceptadas por una comunidad (en este caso comunidad científica). Tal conocimiento representa el conocimiento objetivo sin intervención del sujeto, ya que ha sido socialmente aceptada e interiorizada en el seno de la comunidad.

2.3 El libro de texto científico.

No es necesario resaltar el hecho de que los libros de texto científico juegan un papel sumamente importante en la formación intelectual de toda persona. Este tipo de libros tiene unas características especiales, como la de transmitir el conocimiento científico a los estudiantes de los diferentes niveles de escolaridad, desde la primera infancia hasta los pos-universitarios. Es de anotar que para cada nivel existe una manera de presentar la información, pero aquí cabría preguntarse ¿Por qué se enseña lo que se enseña con relación a las ciencias?, ¿Por qué el libro de texto se convierte en autoridad frente al conocimiento que se enseña? y ¿Cómo el libro de texto de manera intencional, se convierte en un transmisor de una imagen de la ciencia? las respuestas a estas interrogantes esta en relación con la manera en que tradicionalmente se concibe la enseñanza de las ciencias naturales y esta a su vez de la concepción que se tiene de ciencia, todo ello repercute en últimas en la imagen de esta. Por lo anterior, será necesario analizar estos aspectos a la luz de las principales interpretaciones que al respecto existen.

2.3.1 El papel del libro de texto académico como fuente en la transmisión del conocimiento científico

Se mencionó anteriormente que los libros de texto al igual que el maestro, cumplen el mismo papel en el proceso de transmisión del conocimiento científico; aunque van en la misma línea, cada uno tiene sus propias características. Los libros de texto ponen a la ciencia como algo acabado, mostrando que su desarrollo es lineal. En virtud de lo anterior, los textos tienen como fin específico a más de la transmisión del conocimiento científico, su representación, por tanto deben estar diseñados para mostrar de alguna manera, las

características de este tipo de conocimiento. La enseñanza, aprendizaje y evaluación de las ciencias tiene como herramienta de gran utilidad los textos académicos, pese a que existe una serie de fenómenos que limitan su eficacia a la hora de ser aplicado en el ámbito escolar; sin embargo es de vital importancia dentro del quehacer científico. Lo anterior es resaltado por importantes epistemólogos como Kuhn, (1967) quien menciona los libros de texto como la base sobre la cual los científicos dan por sentado un paradigma; después de esto, no necesita reconstruir desde sus bases el campo de aplicación del paradigma, sino que se apoya en el libro de texto hasta un punto en donde tendrá que abandonarlo para centrarse en el nuevo descubrimiento. Más adelante apunta: “cuando una nueva teoría y sus aplicaciones, emerge después de haber sido aceptada, serán consignadas en los libros de texto en donde más adelante aprenderán los nuevos científicos”; luego recalca: “los libros de texto no se encuentran allí como mero adorno o como una documentación más, sino que son la herramienta – como lo es un lápiz o un papel– que es utilizada en el aprendizaje de la teoría y de sus aplicaciones”, continua diciendo: “... si el estudiante de dinámica de Newton descubre alguna vez el significado de términos tales como masa, fuerza, espacio, tiempo, lo hace a través de las definiciones incompletas, aunque a veces útiles de su libro de texto...” y finaliza : “lo que la mecánica cuántica - o cualquier otro concepto signifique para un científico, dependerá de los cursos que haya seguido, los *libros de texto* que haya leído y los periódicos que estudie.

Los párrafos anteriores nos dan una idea de la importancia de los libros de texto académicos y cómo estos intervienen de manera determinante – junto a otros medios de aprendizaje – en la formación de los nuevos científicos.

Para culminar, veremos cómo Kuhn piensa que los libros de texto es una representación del conocimiento científico: “En la actualidad, en las ciencias, los libros son habitualmente textos o reflexiones retrospectivas sobre algún aspecto de la vida científica...” corroborando así lo anteriormente dicho.

En un problema tan profundo como la enseñanza de las ciencias, el cual involucra a la escuela en general donde están los estudiantes por un lado y por otro los maestros que apoyados por los libros de texto, cumplen el papel de intermediarios entre los conceptos de

las ciencias y el estudiante. En la escuela tradicional, el maestro se “apoya” en los textos escolares para reforzar tal o cual teoría. En casos más críticos el docente es reemplazado por el libro de texto; esto sucede cuando se toma dictados literales de un concepto científico tomado del texto escolar, ya que sus propias palabras –la del maestro- no son suficientes. Los docentes que le dan una alta importancia a lo que “el texto diga” muestran una clara tendencia a considerar que el texto es un fiel transmisor de lo que la ciencia promulga, de allí que transmiten fielmente los enunciados del libro de texto y de esa manera muestran una imagen de ciencia que el texto transmite. Examinemos en detalle lo mencionado.

2.3.2 La retórica de los textos científicos

Al analizar sobre la retórica que utilizan los libros de texto universitarios, se puede ver cómo el lenguaje y la manera de representar los conceptos, llevan consigo una intención oculta bajo una retórica, en la que pone a la ciencia como la proporcionadora de las verdades que se deben aceptar (García, 2011). Una manera de fundamentar lo anterior, es analizando los problemas fundamentales de la comunicación, dándole importancia a las estructuras retóricas de la enseñanza. Considerando que la comunicación del conocimiento es un aspecto esencial en la enseñanza de las ciencias, de esta manera, una buena comunicación supone una buena retórica y esta a su vez supone relaciones de coherencia entre el conocimiento y la experiencia, es decir lo que se piensa con lo que hace.

La retórica utilizada en los libros de texto es un buen ejemplo de cómo se utiliza el lenguaje para transmitir los conocimientos científicos. Mucho se ha escrito sobre el papel de los libros de texto en la enseñanza de las ciencias. Estos tienen un fin específico, la transmisión del conocimiento científico y como tal deben representar de alguna manera las características de este tipo de conocimiento. La enseñanza, aprendizaje y evaluación de las ciencias tiene como herramienta de gran utilidad los textos académicos, pese a que existe una serie de fenómenos que limitan su eficacia a la hora de ser aplicado a la enseñanza. El análisis de lo anteriormente dicho escapa a los propósitos de este documento; no obstante, servirá para poner de manifiesto su importancia dentro de la transmisión del conocimiento tanto en su propio quehacer como en el ámbito escolar. Tal importancia es resaltada por importantes epistemólogos como (Kuhn, 1967) quien menciona los libros de texto como la base sobre la cual los científicos dan por sentado un paradigma;

El párrafo anterior nos da una idea de la importancia de los libros de texto académicos y cómo estos intervienen de manera determinante – junto a otros medios de aprendizaje – en la formación del pensamiento científico; así mismo, (Kuhn, 1967) piensa que los libros de texto son una representación del conocimiento científico: “En la actualidad, en las ciencias, los libros son habitualmente textos o reflexiones retrospectivas sobre algún aspecto de la vida científica...” corroborando así lo anteriormente dicho.

Analizado este punto, entra la retórica en juego, la que cada autor de un libro de texto utiliza para “asegurar” que el conocimiento sea aprendido. García (2011), identifica en las investigaciones sobre libros de texto, aquellas que analizan las estructuras retóricas, (Izquierdo 2005) –citado por García-. La manera de transmitir los conocimientos científicos por medio de los libros de texto han ido cambiando a través del tiempo y cada contexto histórico ha determinado de qué manera debe ser presentada la información (Bachelard, 1948)-citado por García-, al respecto menciona: “Anteriormente los libros de texto hablaban de la naturaleza, de la vida cotidiana y en un lenguaje de fácil acceso para el lector, pero parece ser que eso hoy en día ha cambiado” poniendo de manifiesto que en tiempos anteriores, los libros no tenían más intención que la de transmitir conocimiento por el conocimiento y por transmisión cultural de ese conocimiento.

Al comparar los tipos de textos mencionados arriba con los que existen en la actualidad, dice: “los textos se han vuelto autosuficientes, ellos hacen las preguntas y ellos mismos las responden, presentan la ciencia como algo organizado y elevado, por encima de los conocimientos e intereses del lector”. Aquí vemos la intencionalidad de los libros al transmitir el conocimiento; está claro que el logro de tales intenciones es debido al uso de una “buena retórica”. Pero cuál es la ¿buena retórica? García asume que el conocimiento está en la vida cotidiana y no por fuera de ella: “la ciencia no está en el libro o en la lección, sino en lo que el libro o la lección permiten pensar, hacer, comunicar a aquellos que la leen o la escuchan...”. Los libros de texto tienen la particularidad de influenciar en las personas que lo leen gracias a la retórica, siendo esta posición antagónica a lo que se plantea dentro de la escuela positiva, la cual considera que la verdad está dentro del texto como representante del conocimiento científico. García menciona que: “En los libros de texto escritos con intención didáctica, los enunciados se emiten con la intención de transformar el

mundo del lector”. Una particularidad de los libros de ciencias, es que hablan de manera tal transforma la mente del lector porque le transmite un orden y un sentido de cómo ocurren las cosas, en últimas, los fenómenos.

El análisis de las estructuras retóricas permite identificar la intencionalidad de este tipo de libros. Frente a este aspecto se ha identificado que la retórica relacionada con los libros de texto corresponden a un discurso vago y vacío, como forma sin fondo (García, 2011). Izquierdo (2005^a)⁵, considera que los textos transmiten una intención comunicativa o retórica del autor. Lo anterior permite reflexionar acerca de la transmisión del conocimiento que realizan los libros de ciencias. Es posible utilizar una retórica adecuada para enseñar desde perspectivas más humanizadas la ciencia, en donde esta sea asumida como una construcción humana, (García, 2011). Finalmente, establecen una relación mutua entre conocimiento, lenguaje y experiencia para dar como resultado una buena estructura retórica y por consiguiente una buena comunicación de los conceptos científicos; de esta manera, la construcción de conocimientos en la que pone sobre el mismo plano los elementos mencionados, redundará en una buena comunicación de los conceptos científicos.

La retórica de los textos de ciencias analizados en este apartado, refuerzan las ideas anteriores sobre el problema de la enseñanza de las ciencias, teniendo como base los libros de texto; por lo tanto será necesario reflexionar acerca de cómo se está utilizando los textos académicos, a qué retórica le estamos apostando a la hora de enseñar y cómo desde la comprensión de las relaciones lenguaje- representación y realidad damos cabida en la mente de nuestros estudiantes, la posibilidad de construir nuevas verdades.

2.4 El distanciamiento entre conocimiento común y conocimiento científico

La E-A-E de las ciencias ha presentado una serie de dificultades, cuando intervienen los actores propios de este tipo de procesos. Una de las principales dificultades con la que nos enfrentamos es el distanciamiento entre el conocimiento científico y el conocimiento común que se ve reflejado cuando interviene la relación maestro – estudiante, el primero con su propia manera de concebir el conocimiento frente al estudiante, generalmente los

⁵ Citado por García (2011)

hace desde su concepción, su formación en las diferentes disciplinas y en su profesión docente y el segundo con su propia estructura mental que lo define como un sujeto único que además de no poseer las estructuras conceptuales científicas se ve obligado a aprenderlas; esto sin tomar en cuenta que generalmente los docentes desconocen las estructuras de sujeto, no las indagan, a veces utilizan el libro de texto como único apoyo teórico dentro del aula y, en el peor de los casos no les interesa los resultados obtenidos, creando así un *fuerte distanciamiento* entre los tipos de conocimiento mencionados.

La gran persistencia de los errores conceptuales se debe al desconocimiento por parte del profesorado de los esquemas conceptuales de los alumnos (Furió 1983) y las diversas metodologías de enseñanza no logran un cambio conceptual -el cambio conceptual ha sido propugnado por importantes epistemólogos (Bachelard, 1948)-, en donde los profesores suelen creer que la aparición frecuente de los errores conceptuales en los alumnos es debida a la incomprensión de los estudiantes de los conceptos que se imparten en el aula; sin embargo, en la mayoría de los casos parte de la ignorancia del profesorado acerca del porqué de la persistencia y la existencia de tal fenómeno (Furió, 1983). Debemos asumir que esos errores son parte de una sólida y coherente estructura cognoscitiva del alumno para poder entender el origen de estos y a la vez ser buscados en el cuerpo de conocimientos que el alumno ha acumulado y asimilado a lo largo de todas sus vivencias académicas. Por tal motivo, la persistencia de los errores conceptuales radica en la utilización de una metodología empirista que no tiene en cuenta el conocimiento previo del alumno, el cual interviene como variable fundamental con la que todo maestro debe tener en cuenta; ello implica, una falta de profundización en la enseñanza de los conceptos es una dificultad en el aprendizaje; de allí que sea necesario tomar en cuenta teorías alternativas que explique de una mejor manera los fenómenos en cuestión (Pessoa, 1992). Esto último se refleja en el grado de profundización que se hace acerca del concepto, el cual está limitado por el uso meramente matemático como mecanismo para enseñar la teoría, así como en el hecho de que los textos de ciencias definen el concepto en términos de su objeto de estudio y no lo relacionan con otras disciplinas, pese a que el concepto en cuestión juega un papel importante en muchos fenómenos de la naturaleza, lo que permite notar el uso de los conceptos restringido a las necesidades que se tiene como disciplinas científicas (Sánchez,

2008). Así mismo, se cree que los conceptos científicos basados en la lógica de sus propias disciplinas, en la mayoría de los casos no corresponde a la noción que puedan tener los estudiantes acerca de un concepto, de allí que sea necesario tener en cuenta cuáles son las características del conocimiento común y el conocimiento científico, para de esa manera plantear la propuesta de la que se está hablando (Pozo 1987) y algunas posturas más radicales como la que el profesorado tiene frente a la enseñanza, en ella, establece como “versión correcta” la que él imparte a sus alumnos, invalidando así cualquier propuesta que no coincida con su versión, resta de manera contundente toda versión que surja de las ideas previas del estudiante (Candela, 2003).

*Para reforzar la idea de la artificialidad de este distanciamiento diré que es natural que el maestro actúe dentro del aula de la manera descrita arriba, ya que también él responde a una formación característica cuando pasó por la universidad y demás instancias de su formación profesional y, si a esto le sumamos el contexto socio-político que lo ha cobijado y/o que lo cobija, vemos que el responde “naturalmente” a esta situación; pero no es natural el tipo de formación que recibió, sino que fue impuesta, fue obligada y en muchos de los casos de manera coercitiva, ya que si no respondía a las políticas de formación de la institución (escuela, colegio o universidad) simplemente reprobaría. Desde esta perspectiva queda claro que **no es natural** que los maestros a la hora de transmitir el conocimiento a sus estudiantes presenten las dificultades en mención, sino que esto es debido a que a ellos también fueron cobijados por los mismos problemas.*

Lo anterior, hace ver que el problema en cuestión es mucho mayor y de más fondo y a la vez nos da luz a describir el otro componente causante del distanciamiento del que estamos hablando, me refiero a la postura epistemológica de las diferentes escuelas o modelos pedagógicos a lo largo de la historia, las cuales van en completa convergencia con el contexto socio-político del momento, en donde la misma religión ha jugado un papel importante como la impositoria de una determinada forma de enseñar. Para resaltar lo mencionado arriba bastara con hacer una breve descripción de cómo se concebía la escuela

y en ese mismo sentido, a las personas que recibían la instrucción, así como los mismos maestros.

Desde la antigüedad se ha utilizado el término alumno, que etimológicamente significa “sin luz”, esta posición del maestro por sí mismo implica una separación entre el conocimiento del maestro y el estudiante. Este término aún sigue siendo utilizado en la actualidad. Pero más allá de pensar en el término podríamos pensar en el “status” que tenía el maestro de ese entonces. Éste era quien poseía la luz del conocimiento y el “sin luz” era quien debía recibir ese conocimiento, el cual representaba la verdad absoluta. Desde las mismas concepciones mitológicas como en “El Mito de Prometeo” que hace platón acerca de cómo nace la necesidad de transmitir el conocimiento, en donde cuenta que Epimeteo fue encargado de distribuir las habilidades para sobrevivir a todos los animales, excepto que por descuido se olvidó del hombre, llega Prometeo y dota al ser humano de la habilidad mecánica y del fuego a las que llamó artes. Esta habilidad transmitida por Prometeo debió ser transmitida de generación en generación. Aquí entra en juego la posición del que posee la habilidad de las artes y el que no la posee.

Abbagnano y Visalberghi, (1992) en su libro Historia de la Pedagogía, describen como en la cultura egipcia, las clases altas estudiaban con maestros privados para elevarse a la posición de escriba del grado más bajo, es decir, escribano o contador en oficinas públicas (o en empresas comerciales). Más difícil aún era el ingreso a las grandes escuelas sacerdotales de Memfis, Heliópolis o Tebas, donde se formaban los escribas de grado más alto, con funciones administrativas y legales, así como los médicos, los ingenieros, los arquitectos y los mismos sacerdotes, de allí que era una educación de carácter práctico y profesional. El pueblo era casi totalmente iletrado; estudiar con buen éxito significaba convenirse cuando menos en un escriba del grado más modesto, tal como lo indica un papiro donde un padre advierte a su hijo, en el momento de inscribirlo en la escuela, es mucho más cómodo que ejercer la profesión de fundidor, barbero, picapedrero, jardinero o pescador, oficios cuya dureza, inconvenientes y peligros enumera cuidadosamente. “El hombre ignorante —dice otro papiro— es como un asno con una pesada carga; quien le guía es el escriba”, mientras otro reza: “Ponte a trabajar y conviértete en escriba, porque así

serás guía de hombres”. Aquí es evidente la clara separación entre conocimiento que poseían las grandes escuelas – de élite- con las grandes masas iletradas y trabajadoras.

Algo parecido ocurre con la cultura china donde tenían un ideal eminentemente práctico-político que tiene como fondo una vaga religiosidad naturalista; por lo tanto, no existe una casta sacerdotal, sino una clase de funcionarios (los llamados mandarines) que coincide plenamente con la de los hombres cultos. En efecto, con el tiempo acabó por desarrollarse un complicado sistema de exámenes estatales que era la única puerta de acceso a los diversos grados de la administración pública y a los cuales teóricamente todos podían presentarse pero solo una élite muy reducida lograba superar. En la práctica, sólo las personas acomodadas se hallaban en condiciones de sufragar los gastos que suponía la preparación cultural de su prole (normalmente en escuelas privadas, surgidas en función de los antedichos exámenes). Toda ambición de originalidad era combatida e imperaba el tradicionalismo más cerrado, como lo demuestra el hecho mismo de que en China haya sobrevivido hasta nuestros días un sistema ideográfico de escritura muy complicado.

Siguiendo la pista de Abbagnano y Visalberghi (1992), nos encontramos en la edad media, donde comienzan a establecerse las primeras escuelas cuya base era el protagonismo de la cristiandad. Aquí, “La educación del cristiano” es introducida como la “buena nueva” que proponía realizar un específico ideal pedagógico: formar al hombre nuevo y espiritual, al miembro del reino de Dios. En este contexto los evangelios tenían un papel protagónico, ya que contenían insuperables ejemplos de los modos más propios para llevar a cabo esa labor educativa, siendo utilizando para los más refinados así como para las almas simples. Una educación basada en la Biblia donde abundan las sugerencias profundas para los espíritus refinados y cultos, las parábolas ricas en imágenes de plástica evidencia y de significados simbólicos, los parangones precisos y audaces y, la simplicidad lineal de los preceptos. Todos éstos eran elementos nuevos de una pedagogía nueva que duró por muchos siglos. El cristianismo no se preocupó de la instrucción a los comunes, aceptando sin más la organización escolar y la enseñanza existentes, aun cuando estaban a cargo de paganos. *El cristianismo reprobaba el que los cristianos adultos fuesen aficionados a la literatura y sobre todo a la mitología pagana*, pero en cambio consideraba como un inconveniente inevitable y no grave la presencia de la cultura pagana en las escuelas. Esta actitud se debía

sobre todo a su conciencia de la propia fuerza de expansión, ante la cual la cultura pagana común y corriente era obstáculo, además de que expresaba su despegue por las cosas del mundo; pero por otra parte en ello influía mucho la circunstancia de que para propagarse el cristianismo requería un ambiente social no demasiado inculto o iletrado. Es natural que esas escuelas creadas de la nada fueran simultáneamente escuelas de cultura y de religión.

Tenemos ahora un esbozo de cómo la educación de esta época o transmisión del conocimiento era sesgado por el interés religioso que a su vez asumía una posición socio-política de dominio sobre la masa no educada. En estas manifestaciones educativas, no se modifica en modo alguno el carácter esencialmente aristocrático de la educación antigua. En estos siglos la Iglesia no desarrolla el concepto de una educación universal, y cuando sus instituciones educativas no son simples escuelas de catecúmenos están casi siempre destinadas a preparar en exclusiva a los futuros dirigentes de la Iglesia misma (es decir, los clérigos) así como también a los miembros de las clases superiores. Por esta razón, la palabra *clericus* asume el significado de *docto*, y *laicus* - perteneciente al pueblo- el de ignorante. Una vez más se evidencia cómo artificialmente se separa el conocimiento del maestro con el del estudiante, quedando en claro que se asume el conocimiento doctrinal en su paralelo con el conocimiento científico debidamente contextualizado en distancia con el conocimiento común y a la vez una evidente inmersión socio-política.

Quedan ya, sentadas algunas bases sobre las cuales intento poner en evidencia el problema de fondo del que se está tratando: la inmersión socio-política que ha jugado un papel preponderante en las maneras de concebir, interpretar y materializar la educación a través de la historia y que artificialmente ha separado los dos tipos de conocimiento.

En cuanto al renacimiento y la edad moderna solo diré que no han escapado a tal situación. Con esquemas más elaborados vemos que la tradicional escuela Positiva que considera que la transmisión del conocimiento es unidireccional, donde todo está dicho y que el estudiante solo debe limitarse a recibir la información como en el conductismo, nos es fácil determinar esa separación artificial que he venido proponiendo desde o inicio de este tratado.

2.5 La relación entre el conocimiento común y el conocimiento científico

Existe entre estos dos conocimientos un componente que los media y se llama el objeto, siendo este objeto el motivo de estudio de la ciencia; a su vez este mismo objeto interactúa con el sujeto de manera natural. Dentro del ámbito escolar, ocurre que cuando un maestro pregunta a un estudiante sobre un concepto científico particular, este inmediatamente trae a su mente, basado en su estructura mental y cognitiva, su propio concepto sobre ese objeto; de allí que, en la práctica escolar quedan íntimamente ligados los dos tipos de conocimiento sobre ese mismo objeto. Como se dijo antes, desde una postura popperiana tenemos que existen tres mundos; el mundo 3 el de los desarrollos científicos, entre otros; el mundo 2, el de los pensamientos del sujeto y el mundo 1, el de los objetos naturales como fenómenos (Popper, 1995). El mundo 2 está íntimamente relacionado con el mundo 1 ya que constantemente y de manera natural interactúa con él; el mundo 3 en cambio, interactúa con el mundo 1, ya que se interesa por él, es decir por los fenómenos naturales; de hecho es su objeto de estudio, quedando demostrado que el mundo 3 y el mundo 2 tienen como mediador natural el mundo 1 el de los objetos. Al establecer algunas diferencias entre el positivismo y el constructivismo, enfatizando sobre este último la manera como concibe la construcción del pensamiento (Moreno, 1986), tenemos que las posturas constructivistas tienen su punto de partida en la existencia de un equilibrio entre el sujeto y el objeto, en ese mismo sentido arguye que “en el niño se pueden observar la elaboración espontánea de sistemas organizados de interpretación de los hechos que ocurren a su alrededor, sistemas que evolucionan y se complexifican a medida que crece”, queriendo decir con esto que el niño (sujeto) elabora su propia construcción de los hechos, en la medida en que experimenta con la realidad. Los sistemas de construcción de las estructuras mentales o ideas previas del estudiante son parecidos a la manera como se construyen los sistemas

kuhnianos, en tanto son sistemas rígidos y que se complexifican cada vez que se interactúa con el objeto.

Existen otras posturas frente al conocimiento común y científico, donde se conciben como dos formas distintas de un solo tipo de conocimiento, siendo esta idea una de las principales premisas de muchos educadores y es influenciada en gran manera por la teoría piagetiana, la cual considera que existe un proceso dentro de los individuos que desarrolla una serie secuencial de estructuras que va desde la más simple hasta las más complejas y de la misma manera de adentro hacia fuera, determinando así un modelo teleológico que culmina con una caracterización psicológica del pensamiento científico. De esta manera, se piensa que las interacciones de los individuos se hacen a partir de diversos constructos personales, los cuales son producto de la manera como estos analizan el mundo (Kelly, 1955).

Esta forma de analizar el mundo no es distinta a la manera como se analiza en la ciencia, ya que, tanto los sujetos comunes como los científicos construyen sus representaciones analizando variables, estableciendo relaciones entre ellas, emiten hipótesis, contrastan resultados y establecen conclusiones. Estas dos apreciaciones hacen entrever la relación entre el conocimiento común y científico, de allí que se considera que el aprendizaje de las ciencias no se centra en cambiar las ideas de los alumnos, sino generar estructuras que permitan interpretar los diferentes contextos implicados en el conocimiento y es aquí donde surgen las principales propuestas meta cognitivas como la del cambio conceptual y concluye diciendo que es importante que el preámbulo de toda propuesta meta cognitiva, debe estar acompañada de un debate epistemológico entre el conocimiento común y conocimiento científico y de esa manera apreciar la necesidad de una perspectiva constructivista cimentada en la capacidad racional de los sujetos, inmersos en un mundo multicultural. (Soto, 2002). En la misma línea, se puede decir que los individuos poseen un bagaje de conocimientos procedentes de las ideas previas, imágenes o modelos creados en la mente del individuo. Tal bagaje es similar al "núcleo duro" de una ciencia al estructurar coherentemente las "teorías puras". (Lakatos, 1975).

2.6 La historia de las ciencias y perspectiva sociocultural del conocimiento

Desde una postura histórica, se plantean algunos elementos importantes que se deben tener en cuenta para el análisis histórico y epistemológico los conceptos. Zambrano (2003) por ejemplo, toma como referencia los conceptos mol, evolución y calor y temperatura, para resaltar el componente epistemológico en los análisis históricos que debe hacer el docente en su labor pedagógica; así, se puede ver a la historia de las ciencias no solo como un cúmulo de fechas, nombres o anécdota, sino que va mucho más allá; lo que trata, es de buscar qué hay detrás de la construcción de las ciencias y de sus conceptos y, de esta manera identificar los por qué, cómo y para qué de la producción del conocimiento científico. De allí que se resalta la importancia de los análisis histórico-epistemológicos como una manera de abordar los conceptos, preguntándose cómo abordar la historia y cómo usarla en las clases de ciencias. Lo anterior hace notar que la historia de las ciencias juega un papel importante a la hora de construir un concepto científico, debido a que brinda la posibilidad de determinar cuáles fueron las circunstancias en las que se generó este tipo de conocimiento y de esa manera establecer las bases de su construcción.

Las construcciones conceptuales que hacen las diferentes comunidades científicas a través del tiempo hasta la actualidad, tienen que ver con la manera cómo esta lo presenta y lo representa en revistas, textos universitarios, y demás formas de transmisión de la información científica a lo largo de dicho proceso.

Se ha venido recalcando cómo al asumir el problema de la relación conocimiento común y conocimiento científico en el ámbito de la enseñanza de las ciencias desde las concepciones filosóficas del conocimiento científico, es ver que existen dos tendencias imperantes: la corriente positivista y la corriente relativista, de cuyo distanciamiento da razón la escuela García (2009), ésta última enfocada desde una perspectiva sociocultural de construcción del conocimiento, en donde el uso de la historia de las ciencias y de algunos aspectos de la filosofía historicista, permite presentar los conceptos científicos en el ámbito de la enseñanza en la escuela; esto es asumir que tanto el conocimiento común como el conocimiento científico tienen relaciones de complementariedad, en el sentido de que es necesario tener en cuenta que el estudiante posee unas ideas sobre los fenómenos, pero que además de eso las ideas que tiene están permeadas por unos contextos que le son propios y que no cobran sentido sino hasta que sientan una utilidad práctica para su vida cotidiana, en

virtud de que pertenece a una sociedad que afronta problemas y que ese conocimiento que posee sumado al que recibirá como conocimiento científico le va a servir para solucionarlos. García (2009), al realizar un estudio sobre la mecánica de fluidos, tomando como base la historia y epistemología de las ciencias, hace un recorrido por los diferentes estadios de construcción histórica de los conceptos de la mecánica de fluidos como presión hidrostática, presión neumática, presión atmosférica, entre otros; utiliza el desarrollo histórico en mención para hacer una propuesta pedagógica en los textos de enseñanza desde una perspectiva histórica, partiendo de los referentes teóricos que soportan el uso de la historia en la enseñanza de los conceptos científicos y en ese mismo sentido de los análisis desde la epistemología de las ciencias. Con ello, se pone de manifiesto desde una perspectiva sociocultural del conocimiento, la importancia del uso de la historia de las ciencias con fines pedagógicos.

2.7 Desarrollo histórico de la flotación

Se dijo antes que la mayoría de los textos de ciencia presentan la historia de las ciencias como hechos secuenciales y acumulativos que se han dado a través del tiempo, sin tomar en cuenta otros aspectos importantes como los contextos en los cuales se han desarrollado los conceptos o la concepción de ciencia que el científico que posee en su momento; por esa razón, será necesario abordar la historia de la flotación teniendo en cuenta el pensamiento científico que caracterizó a Arquímedes y Pascal en sus debidos contextos, de tal manera que los aportes de cada uno a la construcción del concepto tengan sentido con el que actualmente se desarrolla en la enseñanza de la flotación. En este punto, hay que hacer una aclaración acerca de los dos científicos en cuestión, y es que cada uno de ellos produjo el conocimiento en épocas distintas, por lo tanto en contextos distintos.

Por lo anterior, cabe preguntarse ¿Cómo era el pensamiento de Arquímedes y Pascal en relación con las bases epistemológicas sobre las que llevarían a cabo sus investigaciones? y ¿Cómo lo hicieron?; en ese orden de ideas, iniciaré con el primero de ellos para determinar

su papel en la construcción del concepto, luego haremos lo propio con el segundo y finalmente se determinará la manera en que el concepto toma forma en toda su plenitud.

Para iniciar con lo anteriormente mencionado, es conveniente preguntarse sobre el contexto político de nuestro primer personaje, Arquímedes. Autores como Authier (1998), Dampier (1972), Rodríguez (1986), están de acuerdo en que el siracusano tuvo relaciones muy cercanas con Hierón II de Alejandría, quien tenía a su servicio a Arquímedes en los quehaceres de la guerra que libraba con los invasores romanos, especialmente a cargo del romano Marcelo. Esta situación política permite a Arquímedes poner a prueba toda una serie de inventos usados en las batallas de Hierón contra la embestida romana. Se dice que utilizaba grandes palancas para voltear y hundir los barcos enemigos quienes aterrados veían sucumbir sus naves frente a estas máquinas; cómo a partir de la construcción de espejos cóncavos lograba quemar a grandes distancias los barcos enemigos; el lanzamiento de grandes piedras, capaces de destruir los muros del enemigo, entre otras. Estas historias han sido ampliamente diseminadas a lo largo del tiempo, aunque algunas de ellas de dudosa procedencia⁶, la mayoría concuerdan en que muchas de las batallas antes de la toma de Siracusa fueron ganadas gracias a este gran científico.

Pero, ¿Cuáles eran las bases teóricas y epistemológicas sobre las que trabajó Arquímedes? En un mundo donde todo era explicado desde las concepciones aristotélicas; un universo estático cuyo centro era la tierra, Arquímedes se proponía resolver y demostrar teoremas de la geometría, más precisamente la geometría euclidiana, la cual tenía junto con la matemática axiomática de Aristóteles toda la base teórica. Sus principales intereses de investigación experimental estaban basadas en la geometría pura, tal como lo demuestran la lista de obras recopiladas exhaustivamente por Rodríguez, (1986) p. 82, entre las cuales

⁶ Ver los análisis realizados a los textos de historia clásica realizado por Rodríguez-Salinas, catedrático de la Universidad Complutense de Madrid, adscrito al Centro de Información y Documentación Científica, en el marco del proyecto DML-E (Biblioteca Digital de Matemáticas) financiada por el Gobierno español. Página web:

http://dmle.cindoc.csic.es/pdf/HISTORIADELAMATEMATICA_1986_00_00_04.pdf

FECHA: 28-01-14 HORA: 10:30 AM

tenemos: Sobre el equilibrio de los planos, Sobre la cuadratura de la parábola, Sobre el equilibrio de los planos, Sobre la esfera y el cilindro, etcétera. Es claro que una de las actividades que movía el espíritu científico de Arquímedes era la geometría pura. Desde esta perspectiva, uno de los trabajos que llama la atención del siracusano es su obra “Sobre cuerpos flotantes”, en donde expone algunas cuestiones relacionadas con la manera en que los líquidos se comportan cuanto están siendo sometidos a una presión por parte de otro líquido o un cuerpo sólido. En esta obra, establece el llamado Principio de Arquímedes: “Un cuerpo sumergido en un líquido es empujado hacia arriba con una fuerza igual al peso del líquido que desaloja”, la cual es una de las bases teóricas de la flotación. Es de resaltar aquí que Arquímedes basa su postulado en torno a ciertas posturas filosóficas arraigadas desde Aristóteles en torno a las condiciones del reposo de los cuerpos, así mismo el reposo de un líquido no escapa a estas condiciones.



Figura 1. Arquímedes resolviendo el problema de la corona de Rey Hierón de Alejandría Rodríguez, (1986)

Mora (2007) cita a Aristóteles para reforzar el anterior argumento: *“Todo movimiento (excepto el movimiento de los astros sobre los cuales actúa un impulso divino) era considerado una “violencia” ejercida sobre un objeto. El movimiento, por consiguiente, requería una fuerza. Cuando cesaba la fuerza, el objeto volvía a su estado natural de reposo.”*

Arquímedes, tomando como base esta postura teórica establece el principio que lleva su nombre: “Supongamos que un fluido es de tal carácter que sus partes reposan de igual

forma y siendo continuas, la parte que está menos empujada es conducida por la que está más empujada; y cada una de sus partes es empujada por el fluido que está encima de ella en una dirección vertical, si el fluido está sumergido y comprimido por algo más”

Aquí es necesario aclarar que existe en el postulado una relación entre el reposo y la proporcionalidad, ya que “... el reposo se puede interpretar como que la razón de la parte que comprime es a la parte comprimida igual que la razón de otra parte que comprime es a otra parte comprimida, siendo las dos partes comprimidas uniformes e iguales.” Mora (2007)

En resumidas cuentas, la flotación para Arquímedes se puede establecer desde el siguiente modelo matemático:

Densidad = masa de un cuerpo/volumen de un cuerpo

Continuando con lo expuesto por Mora (2007), lo que actualmente se denomina gravedad específica, él lo asumió de la siguiente manera: “Los sólidos aquellos que, tamaño a tamaño, son de igual peso con el fluido, si los deja caer en el fluido, se sumergen de tal forma que no se proyectan sobre la superficie pero no se hunden más abajo”.

El segundo artífice del concepto científico flotación es Pascal. Ferro (s.a)⁷, hace una comparación del contexto histórico en el cual se mueven Descartes y Pascal. En su escrito describe a cada uno desde la concepción que tenían acerca de la realidad. En su momento y contexto histórico vemos a este científico enfrentado a entre dos ideologías en torno a la naturaleza del vacío; una de ellas defendida por Descartes quien propone en su obra “Sobre el Método” cuya base son las doctrinas antiguas de corte aristotélico. En esta obra pone de manifiesto que una de las maneras de llegar a la verdad es por medio de la razón y que existen unas reglas fáciles para llegar a esta verdad, en tanto se las tome exactamente como son. Otro de los puntos álgidos de este antagonismo entre los dos personajes era el hecho de que Descartes negaba la existencia del vacío, o en su defecto a que todo sistema físico que violentamente buscara el vacío, por naturaleza debía ser ocupado también violentamente. A

⁷ Ver en: <http://serbal.pntic.mec.es/~cmunoz11/ferro34.pdf>

esta postura la denominaban “horror vacui”, horror al vacío. Por otro lado Pascal, decidido a contradecir esta teoría, se interesa por una serie de demostraciones experimentales que nacen desde que Torricelli tuvo la genial idea diseñar un experimento que pondría en duda el Horror vacui aristotélico, me refiero al experimento que demostraba la presión de la atmósfera.

De esta manera, Pascal realiza una serie de demostraciones experimentales y las plasma en una de sus obras. La siguiente es una lista de obras relacionadas con los experimentos de Pascal sobre la hidrostática:

“Primera Parte: Tratado sobre o equilibrio dos líquidos (página 109)

Capítulo 1: Que os líquidos pesam de acordo com suas alturas (página 109)

Capítulo 2: Por que os líquidos pesam de acordo com suas alturas (página 110)

Capítulo 3: Exemplos e razões do equilíbrio dos líquidos (página 113)

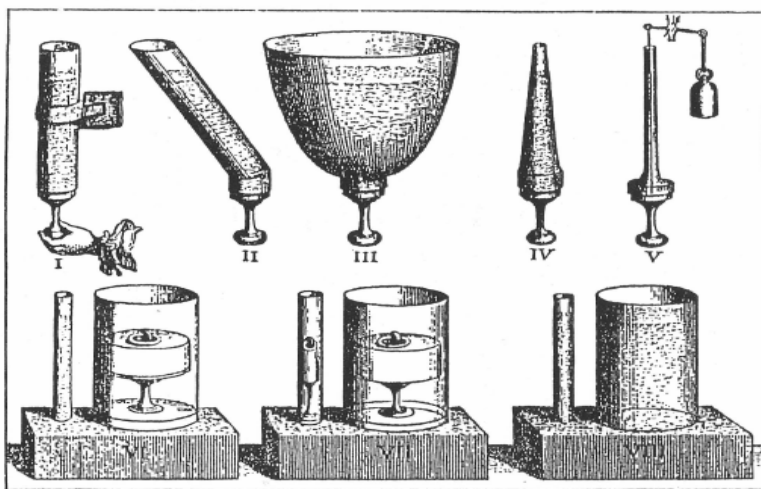
Capítulo 4: Sobre o equilíbrio de um líquido com um corpo sólido (página 115)

Capítulo 5: Sobre os corpos que estão totalmente mergulhados na água (página 118)

Capítulo 6: Sobre os corpos compressíveis que estão dentro da água (página 120)

Capítulo 7: Sobre os animais que estão na água (página 123)”⁸

Las figuras correspondientes a los experimentos realizados están a continuación



⁸ 2 Tomado del sumario del libro Roberto de Andrade Martins. Tratados físicos de Blaise Pascal. Cadernos de História e Filosofia da Ciência [série 2] vol. 1 (nº 3) 1989

Figura 2. Explicativas de los experimentos sobre equilibrio de un sólido en un líquido. Ver en: <http://serbal.pntic.mec.es/~cmunoz11/ferro34.pdf>

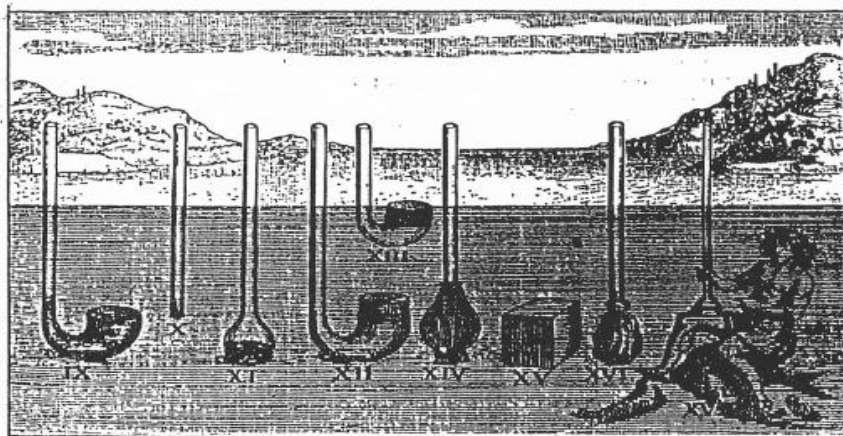


Figura 3. Grabados explicativos de los experimentos realizados por Pascal sobre el equilibrio de los líquidos. Ver en: <http://serbal.pntic.mec.es/~cmunoz11/ferro34.pdf>

A manera de resumen de los capítulos 3 y 4 -ya que es donde residen los aspectos teóricos más importantes relacionados con la flotación-, expondré los siguientes puntos, los cuales permitirán formar el concepto flotación de los cuerpos:

Equilibrio hidrostático del seno del fluido con las paredes del recipiente:

- Si un fluido está en reposo, la fuerza que ejerce contra cualquier elemento de la superficie de la pared del recipiente que lo contiene es perpendicular a dicha superficie, y la fuerza que ejerce la pared sobre el fluido también es normal a la pared. Esto resulta evidente porque cualquier fuerza tangencial a la pared ejercida sobre el fluido produciría un deslizamiento del mismo paralelamente a la pared. Si el fluido está en reposo, tal deslizamiento no se produce y, por lo tanto, la fuerza no tiene componente tangencial, siendo pues, normal a la superficie. Lo mismo se cumple para cualquier elemento de superficie que consideremos el seno del fluido.

Equilibrio hidrostático y empuje en el seno del fluido:

- Un pequeño cubo del fluido, cualquiera que sea su orientación, se encuentra en equilibrio bajo la acción de fuerzas dirigidas hacia su interior y perpendiculares a sus caras. Recíprocamente, el fluido contenido en ese elemento de volumen ejerce fuerzas normales a las caras del cubo y dirigidas hacia afuera. Como hemos dicho que el cubo que considerábamos podía tener cualquier orientación, resulta claro que la presión existe como un estado de fuerza perpendicular dentro del fluido.

Relación presión altura: $P \sim 1/h$

- La presión no es una magnitud constante, sino que depende a la altura en que se encuentra el punto considerando en el seno del fluido. Vamos ahora a deducir entre la presión y la altura en un fluido; para ello, consideremos un cubo de fluido que se encuentra en equilibrio. La presión que sufre el cuerpo sumergido aumentará o disminuirá en función de la altura a la que este el cuerpo dentro del fluido.

2.8 El papel del experimento en la construcción del conocimiento científico escolar

Es creciente hoy en día, las investigaciones que se realizan sobre el papel del experimento en la construcción del conocimiento científico. Desde una perspectiva sociocultural de las ciencias, se considera que se deben generar nuevas condiciones que favorezcan una nueva relación frente al conocimiento y no, una relación separatista como lo hace la ciencia tradicional (García, 2009). Según García, entre otros aspectos también importantes dentro de esta perspectiva, considera relevante el papel de la experiencia y el experimento en la construcción de explicaciones. El papel del experimento en la construcción del conocimiento científico ha sido determinante en la mayoría de los conceptos, pese a que este ocupa un lugar ya sea de subordinación -según la ciencia tradicional- o paralela a la teoría en la que cumple la función de enriquecedora y dimensionadora de esta. Citando a Artigas, García menciona: “no existe un control experimental que sea totalmente independiente de interpretaciones teóricas” en ese sentido el experimento cumple una función esencial en la construcción del conocimiento. Siguiendo la misma línea de

pensamiento, se considera que por medio del experimento se puede hacer propuestas significativas y contextualizadas en las clases de ciencias. Entre otras cosas, se cree que la actividad experimental está íntimamente relacionada con la construcción y comprensión de los problemas y los fenómenos que se dan en el contexto del aula (Malagón, J. Ayala, M. y Sandoval, S., 2011). Frente a esto mencionan: “la reflexión sobre el papel que desempeña la actividad experimental en la ciencia y en la enseñanza de la ciencia, permite afirmar que esta debe ser considerada, como un proceso intencional, imposible de desligar de una educación en ciencias en la que se privilegie la construcción de explicaciones y comprensiones acerca de los fenómenos abordados.” (Malagón, J. Ayala, M. y Sandoval, S., 2011); al realizar el desarrollo de la mecánica de fluidos desde una perspectiva experimental- evidenciada a lo largo de toda su obra-, ve al experimento como un aspecto fundamental para construir saberes en los que se dé sentido a las realidades construidas.

3. METODOLOGÍA

Antes de realizar la caracterización del desarrollo metodológico será necesario describir el tipo de metodología que se ha tomado para el desarrollo de la investigación. Cabe anotar que las cuestiones que aborda este trabajo están relacionados con aspectos humanistas, abordados por la investigación en ciencias sociales y a la vez que están ligados a la educación en ciencias, a cual se ve afectada por la pedagogía; por tal motivo, las técnicas e instrumentos utilizados en este tipo de investigaciones son de tipo cualitativo. Lo anterior se debe a que cuando se investiga sobre los sujetos y las dinámicas que existen entre ellos y el entorno, no se puede categorizar de manera imperativa utilizando datos cuantitativos, para ello se dispone de recursos (técnicas e instrumentos propios de las ciencias sociales) para llevar a cabo tales procesos. En el sentido descrito, se puede categorizar la presente investigación como cualitativa, debido a que interviene a sujetos en un entorno social y en un ámbito propio de la pedagogía y de la educación en ciencias.

3.0 Objetivos

Para dar respuesta al problema planteado se deberá cumplir con los siguientes objetivos:

Objetivo general

Construir experiencias escolares sobre flotación para relacionar el conocimiento común y el conocimiento científico

Objetivos específicos

1. Detectar las ideas que tienen los estudiantes de grado décimo sobre la flotación antes de recibir un curso formal por parte del maestro.
2. Análisis de los libros de texto utilizados por los docentes de ciencias naturales en grado décimo de un prestigioso colegio de la Ciudad de Cali, teniendo en cuenta algunos conceptos relacionados con la flotación como presión, densidad, empuje y superficie de sustentación.
3. Análisis histórico y epistemológico del concepto físico flotación.
4. Triangulación de los resultados de los análisis anteriores.
5. Propuesta de intervención en el aula por medio de actividades experimentales.

En vista de lo mencionado se tiene que para dar respuesta a los objetivos planteados, será necesario realizar cinco tareas: la primera, detectar las ideas previas que tienen los estudiantes de grado décimo sobre la flotación antes de ser instruidos por el maestro, lo cual requiere aplicar unos cuestionarios de preguntas abiertas; la segunda, el análisis de la mecánica de fluidos con base en los libros de texto, para ello se realizará un análisis de contenido de esos textos; en cuanto a la tercera, la construcción de la flotación a partir de la historia y la epistemología de las ciencias, ya ha sido elaborada dentro del marco teórico. La cuarta tarea, la triangulación de los resultados de los puntos anteriores, dotará de elementos para la realización de la quinta tarea: construir experiencias escolares destinadas a la enseñanza de las ciencias, que para ese caso será el de la flotación.

3.1 Los instrumentos de recolección y análisis de información

El carácter cualitativo de esta investigación permite en esta etapa, determinar las técnicas e instrumentos de investigación a utilizar de la siguiente manera:

Para recolección de información tenemos el cuestionario de preguntas abiertas y los análisis de contenido aplicado a textos escolares

Para análisis de información la red sistémica y la matriz de cruce de información. Los instrumentos mencionados se detallan a continuación.

3.1.1 El cuestionario de preguntas abiertas

El tipo de cuestionario escogido para este caso es de tipo abierto. Esto en virtud de que el objetivo es explorar y recolectar ideas y pensamientos a los sujetos a los cuales se les aplica. Al respecto, Cerda (1993) considera que: “El cuestionario para un estudio exploratorio se estructura de manera diferente, ya que como la idea de un estudio exploratorio es indagar y descubrir ideas y pensamientos, las preguntas serán más abiertas, y los contenidos amplios y no sujetos a temas o contenidos específicos, sino a áreas o campos determinados.”; de allí que este instrumento, permita indagar sobre las ideas que tienen los estudiantes sobre flotación, antes de ser instruidos al respecto. Por otro lado se ha tenido en cuenta los niveles de educación de la muestra para no cometer errores que hagan sesgar la intención de la pregunta; frente a esto Cerda advierte: “Por eso los contenidos de las preguntas deben corresponder a los niveles de cultura y grados de información de la población investigada. Estos errores se podrán evitar si conoce previamente cuál es el nivel educativo o cultural de la población.” Página 312.

Véase caracterización de las preguntas en el apartado 3.3.1

Cabe anotar que las respuestas de los estudiantes se realizan solamente a partir de las imágenes que ven como parte de las preguntas.

3.1.2 Análisis de contenido aplicado a textos

La técnica que se utilizará para este caso es el análisis de contenido de textos, en virtud de que esta permite interpretar el contenido de cualquier documento. Ruiz (1996), citado por

Canedo (2009) y Alomá (2007)⁹, consideran que los análisis de contenido “es una técnica para leer e interpretar el contenido de cualquier documento, dentro de los cuales están los libros de texto, más concretamente los documentos escritos. Se basa en la lectura como instrumento de recogida de información...”.¹⁰ En virtud de que la investigación es de tipo cualitativa, en el análisis de contenido, es el investigador quien al interpretar los documentos tiene que crear sus propias nociones, sus propios símbolos y esto depende de las intenciones que este tenga frente a la investigación; de allí la flexibilidad de esta técnica. Al respecto Canedo, citando a Ruiz (1996) menciona: “Siguiendo un paradigma constructivista, un texto escrito es un testimonio que puede interpretarse y en su interpretación, es el investigador el que crea los materiales y analiza posteriormente su evidencia a través de una prácticas interpretadoras” y, al referirse a la técnica en mención concluye diciendo: “...parte de una serie de presupuestos según los cuales un texto cualquiera equivale a un apoyo en el que, y dentro del cual, existen una serie de datos que tienen un sentido simbólico que pueden extraerse de los mismos” el cual “no siempre es manifiesto y no es único, sino que es o puede ser múltiple en función de la perspectiva y el punto de vista desde el que se ha leído”. Lo anterior permite ver la utilidad de esta técnica para los intereses y las motivaciones de esta investigación: las ideas previas de los estudiantes, el uso de la historia de las ciencias, la experimentación y la relación de los conceptos con la vida cotidiana. El mismo autor propone unas etapas dentro del desarrollo del análisis de los textos a saber:

- Elección de estrategia de análisis, la cual va en función de las relaciones que se establecen entre el contenido, el tipo de comunicación del autor y el tipo de planteamiento (enfoque expresivo o enfoque instrumental).

⁹ Ver el capítulo III de la tesis doctoral de Canedo en la referencia bibliográfica

¹⁰ Ver el análisis detallado que este autor hace sobre el tratamiento de los datos cualitativos, en el que establece la matriz de datos como la herramienta que permite codificar y a la vez categorizar las variables en función de las intenciones de los instrumentos de recogida de datos.

- Determinación del texto de campo, en el que se establece qué partes del texto serán analizados.
- Identificación de las unidades de registro o de análisis.
- Categorización o construcción del texto de investigación

Por otro lado Ander-Egg (1980) citado por Alomá (2007), propone tres etapas para los análisis de contenidos:

- Establecer unidades de análisis, el cual será el fragmento que se toma como elemento para la investigación.
- Determinar las categorías de análisis de las que dependen la clasificación y la selección de la información buscada.
- Seleccionar la muestra del material a ser analizado.

Con base en lo anterior, se determinó las etapas del análisis de contenido de los textos de la siguiente manera:

- a) *La estrategia de análisis* será la lectura interpretativa-descriptiva, ya que por un lado necesitamos conocer a qué presupuestos epistemológicos obedece la información y, por otro lado los modos como el autor presenta los contenidos sobre el tema
- b) *La unidad de análisis*, serán los libros y capítulos de cada libro dedicados a la enseñanza de los conceptos relacionados con la flotación.
- c) *Las categorías del análisis* tendrán un enfoque sistémico, en vista de que estas categorías serán utilizadas en la red sistémica para un análisis más exhaustivo.

Ver el desarrollo del análisis de contenido en el apartado 3.3.2

3.1.3 Las redes sistémicas aplicadas a los cuestionarios de preguntas abiertas y el análisis de textos

Como herramienta de organización y análisis de datos tenemos las redes sistémicas, las cuales permiten organizar datos provenientes de cuestionarios abiertos, entrevistas y

observaciones en el aula. El mencionado método fue propuesto por .i.Bliss y Ogborn (1985; 1983)¹¹, en donde el método y su terminología usada derivan de la “lingüística sistémica”, la cual se interesa por el significado de las palabras en cuanto a su descripción y representación, de allí que los autores vean útil su uso para determinar las significancias dentro de las respuestas obtenidas con estos tipos de instrumentos. Ver el desarrollo de la red sistémica aplicado a textos escolares y el cuestionario de preguntas abiertas en el apartado 3.3.3

3.1.4 Matriz de cruce de información

Las matrices para el cruce de información permiten relacionar variables cualitativas, las cuales pueden ser codificadas y categorizadas, de acuerdo con las intenciones de los instrumentos de recolección de datos. Abritta¹², realiza un exhaustivo análisis de la noción y estructura del dato; en él, considera que la matriz de datos puede ser útil en el tratamiento de datos numéricos y no numéricos o cualitativos, o como él los denomina “datos blandos”, en virtud de su dificultad de análisis por procesos estadísticos, lo que implica que para que puedan ser tratados, se los debe codificar y luego categorizar para determinar los niveles de relevancia entre ellas.

Para la construcción de la red sistémica aplicada a los textos escolares y el cuestionario de preguntas viertas, se utilizaron las matrices de cruce de información en forma de tablas que registran los dato obtenido y de allí se extraen las categorías de análisis, las cuales se recogen nuevamente el otras tablas de cruce tal como lo muestra la tabla 7 de la página 86

3.2 Población y muestra

¹¹ Tomado del anexo III cuya referencia bibliográfica aparece como autor el Gobierno de España.

¹² La Biblioteca de la Universidad de Cádiz expone un documento en el que clasifica y tipifica los documentos, en ellos incluye a los textos impresos: “Libros: Publicaciones no periódicas. Su contenido puede ser muy variado y pueden presentarse en uno o varios volúmenes.”

La población a analizar son los estudiantes de décimo grado de un colegio público de la ciudad. La población estudiantil que llega al mencionado colegio es de múltiple procedencia, lo que hace que converjan elementos socioculturales múltiples y así mismo, se dan las características cognitivas múltiples, lo que hace que las características de ellos sean diversas. Teniendo en cuenta lo mencionado, la muestra corresponde a doce estudiantes, a los cuales se les aplicará el cuestionario de preguntas abiertas. Otra población involucrada son los textos universitarios utilizados en la enseñanza de la flotación, de los cuales se han seleccionado seis de ellos. Estos textos hacen parte de la mayoría de las bibliografías propuestas por los cursos de física en una universidad pública de la ciudad de Cali; muchos de los docentes de la Institución Educativa donde se realizará la investigación, utilizan este tipo de texto; aunque cabe argüir que no todos utilizan los textos de corte universitario, pero esto escapa a las intenciones de esta investigación.

3.3 Desarrollo metodológico

Ahora bien, se ha determinado dentro de esta etapa la siguiente secuencia de actividades de investigación, las cuales van de la mano con el carácter y los objetivos de la misma.

- Aplicación de un cuestionario de preguntas abiertas para indagar las ideas que tienen los estudiantes antes de la instrucción con respecto a la flotación, a lo que llamaremos conocimiento común.
- Recolección de datos por medio de los análisis de contenido de los libros de textos académico lo que será la representación del conocimiento científico.
- Análisis de resultados utilizando las redes sistémicas aplicadas al cuestionario de preguntas abiertas y los análisis de contenido de los libros de textos académico
- Relación de los resultados de los análisis del cuestionario de preguntas abiertas con el análisis de textos y los aportes de la historia y epistemología de las ciencias, por medio de una matriz de cruce de datos, para obtener nuevas categorías.

- A partir del punto anterior diseñar y aplicar unas actividades experimentales relacionadas con la flotación
- Evaluar los aprendizajes de los estudiantes sobre el mencionado concepto

3.3.1 Las preguntas del cuestionario

En primera instancia, es de anotar que las preguntas surgen a partir de la descripción de situaciones problemáticas relacionadas con la flotación, la cual tiene relación directa con lo que se pretende en esta investigación. Es así que a partir de las imágenes de la figura 4 se pretende que el estudiante responda las preguntas planteadas.

- a) Lo que conoce del tema
- b) La relación con los problemas histórico-epistemológicos que originaron los conceptos
- c) La relación de las preguntas con situaciones de su vida cotidiana.

Es así, que por medio de una serie de situaciones relacionadas con la flotación, en los que están implícitos otros conceptos como: densidad, forma, tamaño, peso, equilibrio estático, superficie de sustentación y tipo de material. Es de precisar que no es posible realizar preguntas específicas para cada elemento teórico, sino que la misma naturaleza de ellas hace que estén involucrados más de un concepto científico, como es el caso de la primera pregunta que hace alusión a la densidad, peso y tipo de material, por tal motivo se ha seleccionado las preguntas de tal manera que sirve para involucrar ese concepto y no que se vean separados como normalmente ocurre en los libros de texto.

El siguiente es el cuestionario realizado a los estudiantes

Observa detenidamente los dibujos de la figura N° 4. En el vaso 1, 2 y 3, se tiene un vaso con un líquido marcado dentro de él. Por medio de un pitillo se deposita tanto en el fondo

como en la superficie, una gota de aceite y agua para los vasos 1 y 2 respectivamente y una burbuja de aire para el vaso 3. Para los tres vasos responder:

Pregunta 1

¿Hacia dónde se dirigen las gotas de aceite y agua en los vasos 1 y 2 y la burbuja de aire en el vaso 3, después de ser depositada?

En el vaso 4 y 5 tenemos una esfera de plastilina y una de corcho respectivamente, las cuales se depositan en el fondo y en la superficie. Piensa sobre esto:

Pregunta 2

¿Hacia dónde se dirigen cada uno de estos objetos en cada caso?, en el caso de la plastilina

Pregunta 3

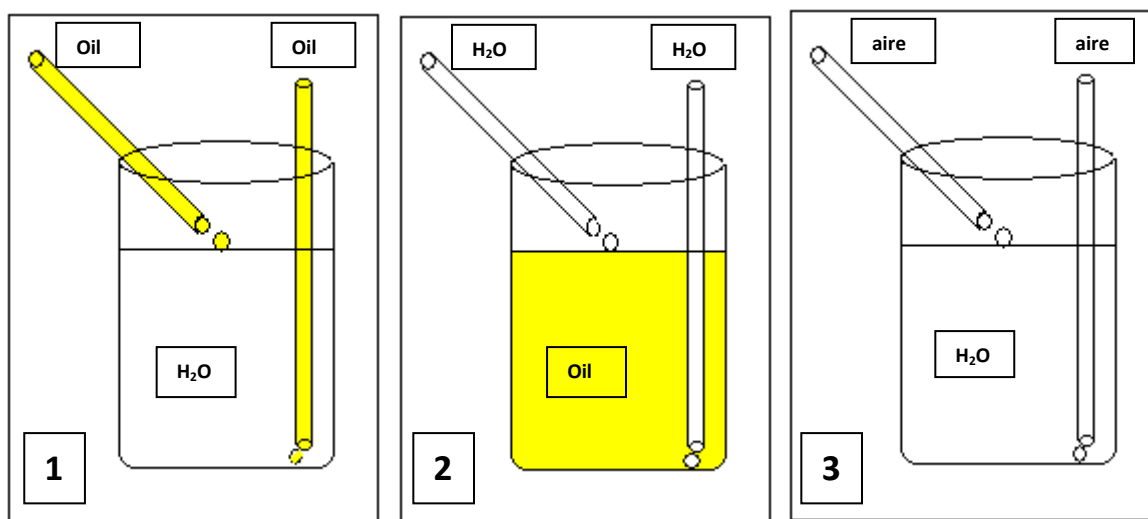
¿Es posible lograr que flote en el mismo vaso?

Para el vaso 6, se deposita una lámina de metal horizontalmente sobre la superficie del agua del vaso, luego se hace lo mismo pero con la lámina verticalmente sobre la superficie. Para esta última imagen piensa

Pregunta 4

¿Qué sucede con la lámina en los dos casos?

Justifica tus respuestas para todos los casos.



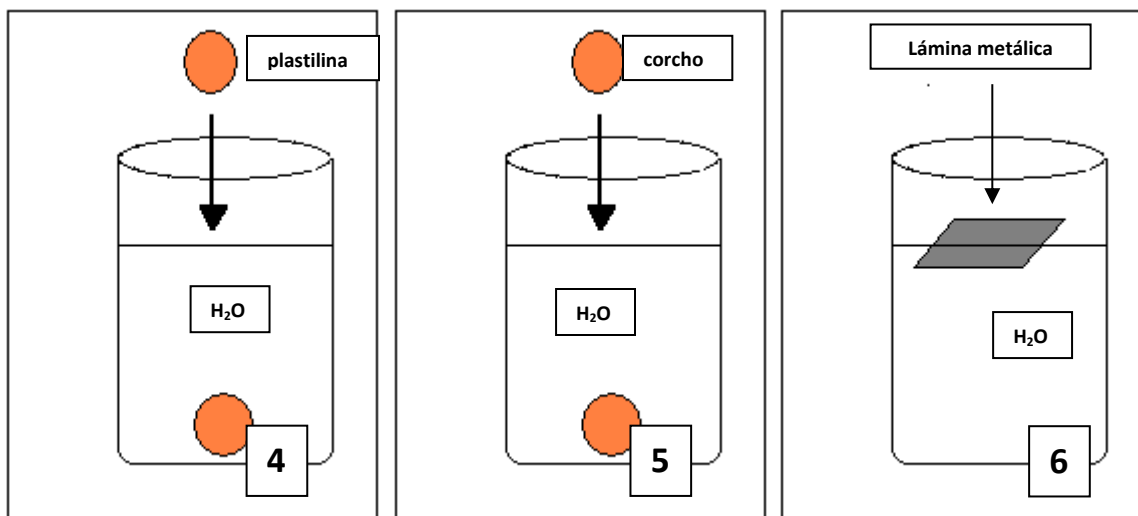


Figura N° 4: Situaciones hipotéticas sobre flotación. En los dibujos 1, 2 y 3, se tiene un vaso con un líquido marcado dentro de él. Por medio de un pitillo se deposita tanto en el fondo como en la superficie, una gota de aceite y agua para los vasos 1 y 2 respectivamente y una burbuja de aire para el vaso 3. En el vaso 4 y 5 tenemos una esfera de plastilina y una de corcho respectivamente, las cuales se depositan en el fondo y en la superficie. Para el vaso 6, se deposita una lámina de metal horizontalmente sobre la superficie del agua.

3.3.2 El análisis de contenido

3.3.2.1 Estructura utilizada para el análisis de contenido

Se mencionó anteriormente que este tendrá tres etapas; la primera de ellas *-la estrategia de análisis-*, ya fue determinada en el apartado 3.1.2 a). La segunda *-la elección de unidad de análisis-* serán los libros y capítulos de cada texto que se haya seleccionado como muestra. Es de destacar que se han seleccionados estos contenidos, debido que son los que se presentan en los textos analizados en relación con la flotación de los cuerpos, a tal punto que puede verse una replicación de la secuencia de contenidos entre un libro y otro; para tal efecto, se han seleccionado los siguientes:

Física

L1 Física (Tippens, 1997), capítulos 14 y 15.

L2 Física Universitaria (Sears, Semanski, 1999), capítulo 14.

L3 Física vol. 1 (Lea y Burke, 1999), capítulo 13.

Química

L4 Fundamentos de Química (Zumdahl, 2000), capítulo 13.

L5 Química (Chang, 2003)), capítulos 1, 5 y 11.

L6 Química General (Petrucchi, Harwood y Herring, 20003), capítulos 6 y 13.

Asimismo, se ha realizado una lista de contenidos propios de la flotación, los que creo que deberían ser tratados por todos los textos de la muestra; sin embargo, solo después del análisis podremos constatar lo anteriormente dicho y son los siguientes:

- A.** Presión del líquido en función de la altura y la densidad
- B.** Presión y peso específico
- C.** Presión externa en un líquido
- D.** Principio de Arquímedes y peso aparente
- E.** Principio de Pascal
- F.** Presión atmosférica
- G.** Presión manométrica
- H.** Relación presión-volumen

En este punto nos preguntamos ¿por qué estos contenidos estructuran la comprensión del concepto flotación de los cuerpos? Pues resulta que la mayoría de los textos consultados ubican de una u otra forma a los contenidos en mención como parte de la explicación del fenómeno de la flotación. Para mayor comprensión de lo expuesto revisar la categoría C del análisis de contenido a los textos escolares.

Y la tercera, *las categorías del análisis* tendrán un enfoque sistémico, en vista de que estas categorías serán utilizadas en la red sistémica para su análisis.

- 1 : Indagación de ideas previas sobre el tema en los lectores (estudiantes)
- 1.1 : Preguntas o situaciones de la vida cotidiana
- 1.2 : preguntas o situaciones abstractas no correspondientes a la vida cotidiana
- 2 : Uso de la historia y epistemología de las ciencias
- 2.1 : Con análisis epistemológico
- 2.2 : Como dato anecdótico o acumulativo
- 3 : Uso de la experimentación en las explicaciones de los conceptos
- 3.1: experiencias de la vida cotidiana
- 3.1.1: relacionadas con la historia del concepto
- 3.1.2: relacionadas con el concepto actual
- 3.2: prácticas de laboratorio
- 3.2.1: utilizando insumos e “instrumentación” de la vida cotidiana
- 3.2.2: utilizando insumos e instrumentación propia de laboratorio
- 4 : La relación de los conceptos que enseña con hechos de la vida cotidiana
- 4.1: ejemplos donde se aplican los conceptos en la industria, hogar y otros ámbitos
- 4.2: ejemplos abstractos que no están relacionados con la cotidianidad del estudiante

Para los textos analizados se tendrá en cuenta los siguientes aspectos: los conceptos científicos (**C**), la experimentación (**E**), el contexto histórico (**H**) y la relación de los conceptos con la vida cotidiana (**VC**)

3.3.3 La red sistémica aplicada al análisis de textos

La categorización y sub-categorización planteada, los textos con sus respectivos capítulos y las temáticas, serán los insumos con los cuales se construirá la red sistémica.

El esquema siguiente muestra cómo está organizada la red sistémica



Figura 5. Estructura de la red sistémica a utilizar en el análisis de los datos obtenidos.

3.3.3.1 Plantilla de registro de datos de la red sistémica aplicada al análisis de contenido.

Las convenciones de la plantilla de la red sistémica de abajo son tomadas del apartado 3.3.2 y son:

- Las casillas marcadas con la letra L (libro) mayúscula enumeradas en orden ascendente, corresponden a cada uno de los textos utilizados en el análisis.
- Las letras mayúsculas A, B, C, D, F, G, Y H, son los temas más relevantes de la flotación.

- Los códigos numéricos corresponden a las cuatro categorías escogidas como objetivos de la investigación, al igual que sus respectivas sub-categorías.
- Hay que notar que cada categoría y/o subcategoría tiene una posibilidad de tener un máximo de 48 coincidencias, esto en virtud de que son seis libros de texto y a cada uno se le ha indagado las ocho temáticas relacionadas en el apartado 3.3.2.

TEGORIAS			L1								L2								L3								L4								L5								L6									
			A	B	C	D	E	F	G	H	A	B	C	D	E	F	G	H	A	B	C	D	E	F	G	H	A	B	C	D	E	F	G	H	A	B	C	D	E	F	G	H										
1	1.1																																																			
	1.2																																																			
2	2.1																																																			
	2.2																																																			
3	3.1	3.1.1																																																		
		3.1.2																																																		
	3.2	3.2.1																																																		
		3.2.2																																																		
4	4.1																																																			
	4.2																																																			

Tabla 1. Plantilla de registro para consignar los datos recolectados por medio de la red sistémica

4. Resultados y análisis

4.1 Cuestionario de preguntas abiertas.

El análisis se realizó por medio de la siguiente secuencia de actividades

- a. A partir de los datos crudos consignados por el grupo de estudiantes tomado como muestra se realizó la tabulación, teniendo en cuenta la mayor cantidad de ideas en cada una de las situaciones que plantea el cuestionario. Ver anexo 1
- b. Del anexo anterior se extrajeron las ideas en función del número de veces que se repiten en cada uno de los seis eventos del cuestionario de preguntas abiertas, sea que fueran falsas o verdaderas dentro del conocimiento científico, tal como lo muestra el anexo 2
- c. A partir de la coincidencia de ideas se realizó una correlación entre las ideas de los eventos relacionados para unificar ideas sobre eventos relacionados entre sí, como lo muestra el anexo 3

Cabe anotar que todas estas ideas son producto del conocimiento común que poseen los estudiantes, pero que de alguna manera se conecta con esas ideas intuitivas o no intuitivas que los científicos tuvieron durante el proceso de construcción de los conceptos científicos, además de eso, podrían tener relación con los conceptos científicos de la actualidad y más aún estar erradas. Tal como lo muestra el anexo 4

Por otro lado hay que destacar que la manera como ellos se expresan para explicar los fenómenos representados en las imágenes, depende del lenguaje que ellos manejen, lo que quiere decir que en general, al dar las explicaciones utilizarán un lenguaje del sentido común o propio del conocimiento común.

Un ejemplo de lo mencionado es la respuesta que dan dos estudiantes sobre la pregunta 1: ¿Hacia dónde se dirigen las gotas de aceite y agua en los vasos 1 y 2 y la burbuja de aire en el vaso 3, después de ser depositada?

Las respuestas a lo que ocurre con la gota de agua en el vaso con aceite fueron: “Las dos gotas de agua se van a la superficie por lo que el agua es menos densa que el aceite” y “Las

dos gotas de agua se dirigen al fondo del vaso ya que el vaso contiene aceite y el agua es más pesada”

Aquí vemos que la primera respuesta tiene términos del lenguaje del conocimiento científico y además de eso, la explicación se acerca a la manera como se concibe en la ciencia sobre el fenómeno, pero el estudiante no es consciente de ello, primero porque aún no ha tenido acercamiento a este tipo de conocimiento y segundo porque no posee los recursos del lenguaje para dar explicaciones técnicas al respecto. Con respecto a la segunda respuesta, utiliza términos del lenguaje del conocimiento científico pero la explicación no corresponde al conocimiento científico; de igual manera éste no es consciente de ello.

El análisis anterior, permitirá establecer las siguientes categorías de análisis:

- I. Ideas relacionadas con la historia de las ciencias, tanto arquimedianas como pascalianas. De esta manera, vemos que existen ideas del conocimiento común que están relacionadas con el concepto densidad, peso y empuje – arquimedianos y superficie de sustentación y presión tanto del cuerpo flotante como del fluido que lo soporta – pascalianos-. Los estudiantes consideran que la flotación depende en cierta medida, de la cantidad de superficie del cuerpo que entra en contacto con la superficie del líquido que lo empuja. Esta relación de empuje, la asimilan con términos como “cortar” la superficie para ingresar al fondo del recipiente en el caso en que la lámina entra de manera vertical a la superficie de agua, en caso de que entre de manera horizontal el líquido empujará a mayor cantidad de superficie del cuerpo que flota y así no la “cortará” y se hundirá con mayor dificultad. Así mismo, utilizan el término “presión” para referirse al empuje del líquido sobre el cuerpo que flota y la que ejerce el cuerpo que flota; lo hacen en el mismo sentido de la superficie de sustentación, es decir, que la utilizan de manera análoga

Por otro lado vemos que el uso del término densidad se asume como un hecho fundamental para que el cuerpo flote, asumiendo que los cuerpos que tienen menor densidad flotan. Esta postura tiene relación con los planteamientos arquimedianos, en donde la densidad del cuerpo que flota determina qué tanto se hundirá en cuerpo que flota.

- II. Ideas relacionadas con los conceptos científicos. Algunos de los planteamientos de los libros de texto científico muestran relación con la hidrostática, la hidrodinámica y la aerodinámica. Así mismo, existen ideas de los estudiantes que asumen la flotación como resultado de las condiciones aerodinámicas que tendría el líquido como fluido, en otras palabras, que los cuerpos flotan debido a leyes aerodinámicas que funcionan en fluidos como el agua. Esta postura no está lejana a la realidad si asumimos que tanto el aire como el agua – o cualquier otro líquido- son fluidos y muchos de los principios de la física aplican para todos los fluidos, por ejemplo la presión.
- III. Ideas erradas. De este punto solo se han detectado algunos errores conceptuales, los cuales se deberá tomar en cuenta a la hora de diseñar cualquier alternativa de enseñanza.

El pensar que siempre el cuerpo que flota es el que tiene menos densidad o el que menos pesa, tal como lo reflejan los datos obtenidos, permite preguntarse si por ejemplo un buque carguero cuyo material es más denso y más pesado que el agua no se hunde, entonces qué otro elemento hay que tomar en cuenta para predecir que este no hundirá

Otro error conceptual es pensar que los líquidos más densos son los que flotan y los que tienen mayor “fuerza” se hunden. Aquí se piensa que en el término fuerza como la necesaria para que el cuerpo que flota venza el empuje, pero es claro que no se ha tomado en cuenta otra variable fundamental y es la del empuje del líquido sobre el cual está el objeto que flota – o se hunde-.

El creer que los cuerpos flotan en el agua porque esta última tiene oxígeno es un error. Los estudiantes piensan que el oxígeno, en algunos casos el aire disuelto en el agua es quien permite que algunos cuerpos floten. Es cierto que el agua tiene oxígeno disuelto, pero no es esta la razón por la que los cuerpos floten sobre ella.

- IV. Ideas que aunque son ciertas no se relacionan con los intereses de la investigación, por lo que no serán tenidas en cuenta.

4.2 Análisis de contenido a libros de texto universitario

LOS TEXTOS UNIVERSITARIOS UTILIZADOS PARA EL ANÁLISIS DE CONTENIDO

Para los textos analizados se tendrá en cuenta los siguientes aspectos: los conceptos científicos (C), la experimentación (E), el contexto histórico (H) y la relación de los conceptos con la vida cotidiana (VC)

Física

L1. – Física (Tippens, 1997)

C. Capítulo 14: fluidos en reposo: define en la sección 14-2 la presión como “la fuerza normal (perpendicular) por unidad de área. $P = F / A$, luego establece las unidades que se utiliza en el concepto como N/m^2 , $lb/inch^2$ o los pascuales (Pa), seguidamente da un ejemplo donde se utilizan las unidades y el concepto desde un punto de vista puramente teórico. En la sección 14-3, define lo que es la presión de un fluido como: “la fuerza que ejerce un fluido sobre las paredes del recipiente que lo contiene; dicha fuerza siempre es perpendicular a dichas paredes” para el caso de los fluidos se utiliza la definición matemática de $P = F/A$ transformada en términos de la densidad del fluido como $P = dgh$, donde d = masa del fluido, h = altura de la columna que lo contiene (suponiendo que el recipiente es una columna o cilindro) y g es la gravedad de la tierra.

Establece las maneras de medir la presión por medio de un manómetro en caso de un fluido diferente a la atmósfera y un barómetro para esta última. En adelante utiliza lo anterior para describir y explicar las bases teóricas de una prensa hidráulica y el principio de Arquímedes.

Capítulo 15: Fluidos en movimiento: la sección 15-2 explica la relación presión-velocidad de un fluido en movimiento y en la sección 15-3 establece las bases teóricas de la ecuación de Bernoulli y en la sección 15-4 habla acerca de las aplicaciones de dicha ecuación

E. No presenta

H. No presenta

VC. No presenta

L2. – Física Universitaria (Sears, Semanski, 1999)

C. Capítulo 14: Mecánica de fluidos: no define directamente el concepto presión sino que lo utiliza para definir la presión en un fluido, supone que dada la definición de presión como $P = F/A$ y la unidades utilizadas para tal efecto, se puede establecer la presión de un fluido conociendo la altura de la columna que lo contiene, el masa del fluido y la gravedad, luego establece relaciones entre las condiciones iniciales y finales de un fluido en el cual ha habido un cambio en la presión. Seguido de esto explica la presión absoluta y la presión manométrica. Más adelante establece en la sección 14-7 la ecuación de Bernoulli y sus aplicaciones. En la sección 14-9 amplía el concepto al utilizarlo para describir la viscosidad (η) como el esfuerzo cortante (como gradiente de presión) F/A por la razón de deformación (v/l); es decir, $\eta = F/A / v/l$

E. No presenta

H. No presenta

VC. Los ejemplos utilizados son de alguna manera una representación de sucesos reales, en los cuales se determina fácilmente la relación entre el concepto y los fenómenos asociados a éste

L3. – Física vol. 1 (Lea, Burke, 1999)

C. Capítulo 13: Los fluidos: En la sección 13-1 define que es un fluido y la relación que tiene con la presión. La sección 13-2 explica las propiedades de los fluidos, dentro de ellas está la presión, y la define como “la presión de un fluido sobre cualquier superficie es la magnitud de la fuerza normal por unidad de área, que ejerce el fluido sobre la superficie”, luego establece las unidades de medida de la presión como el pascal ($\text{Pa} = 1\text{N/m}^2$) y $1\text{atm} = 1.013250 \times 10^5 \text{ Pa}$, luego presenta unos ejemplos netamente teóricos. En el apartado 13.2.3, presenta una explicación de cómo se origina la presión en el fluido y lo explica en términos de la teoría cinética de los gases. Más adelante explica el funcionamiento de

barómetro y la relación con la atmósfera, seguido del principio de Arquímedes. En la sección 13.5 habla expresamente de la dinámica de fluidos. Y la ecuación de Bernoulli.

E. No presenta

H. Elabora una introducción desde el punto de vista histórico (aunque muy somero), de cómo se construye el concepto de presión atmosférica y otros conceptos relacionados. Existe otro apartado: “para profundizar” en el que relata la manera como se llevaron a cabo algunos experimentos por parte de Otto von Guericke.

VC. La relación que existe entre los fenómenos y el concepto no se evidencia de manera notable; sin embargo, hay ejemplos claros en los que hace alusión a fenómenos de la vida real y cotidiana.

Química

L4. - Fundamentos de Química(Zumdahl, 2000)

C. El estudio del concepto se restringe y profundiza en el capítulo 13. Menciona la presión como una propiedad de los gases: “una de las propiedades más evidentes de los gases es que ejercen presión sobre sus alrededores” Las unidades de presión (mm de Hg o torr) y unidades SI (pascal y atm) Conversión de unidades.

En adelante utiliza esta premisa para explicar y hacer cálculos sobre la Ley de Boyle, Ley de los gases ideales, ley de Dalton de las presiones parciales y la variación de la presión según la Teoría cinética de los gases. Presenta algunos datos que demuestran la aplicabilidad de las teorías relacionadas con la presión.

E. Da como ejemplo un globo con aire y aclara sobre éste: “el lado interior empuja los lados elásticos del mismo y lo mantiene firme”, luego toma el ejemplo de la lata de gaseosa que se aplasta por acción de la presión atmosférica. Sigue con el barómetro, quién lo inventó y explica el experimento de Torricelli.

H. No presenta

VC. No presenta

L5. - Química (Chang, 2003)

C. Capítulo 1: Herramientas de la Química: define el concepto presión como un concepto fundamental. “La presión se define como fuerza aplicada por unidad de área”, es decir $P=F/A$. Luego introduce el concepto de presión atmosférica: “la fuerza experimentada por cualquier área expuesta a la atmósfera terrestre es igual al peso de la columna de aire que soporta dicha área. La presión ejercida por esta columna de aire se denomina presión atmosférica”. Seguidamente establece las unidades de medida de la presión por medio de la atmósfera (atm) = 760 mm de Hg, luego las unidades SI como: $\text{Pa} = \text{N/m}^2$; por lo tanto: $1 \text{ atm} = 101325 \text{ Kpa}$. Páginas 17 y 18.

Capítulo 5: Los Gases. Retoma las consideraciones anteriores para ampliar el concepto de presión atmosférica. Toma el aire como una mezcla de gases con un peso sobre la superficie de la tierra.

En adelante utiliza lo anterior para explicar las leyes de los gases: Ley de Boyle, Ley de Dalton de las presiones parciales y la teoría cinético-molecular de los gases en consonancia con la ley de los gases ideales. Páginas 167- 198.

Capítulo 11: Cambios de Fase: Utiliza los conceptos iniciales para explicar los conceptos presión de vapor, presión crítica y diagramas de fase. Páginas 472- 484

H. Menciona el barómetro como instrumento de medición de esta variable y menciona a Torricelli como el científico inventor de tal instrumento

VC. Lo más relevante son los artículos presentados como: “la Química en Acción” en la que trata de establecer relación con otros fenómenos de la naturaleza y otros, producto del avance técnico y tecnológico.

L6. - Química General (Petrucci, Harwood y Herring, 20003)

C. Capítulo 6: Gases: utiliza la teoría cinética de los gases para explicar la presión de un gas, luego utiliza la expresión $F = P / A$ para definir presión que se cumple para gases, sólidos y líquidos. Da un ejemplo para el sólido (dos cilindros de igual masa, ejercen igual fuerza aunque sus áreas presionadas sean diferentes, luego la presión es diferente para cada uno de los estados de la materia. Sigue con las unidades de presión en un líquido así:

4.2	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	0	1
15																																													

Tabla 2. Plantilla de registro de datos recolectados por medio de la red sistémica

A continuación veremos el consolidado de las coincidencias en las cuatro categorías que han sido objetos de análisis y que están consignadas en la siguiente tabla.

CATEGORIAS DE ANÁLISIS			TOTAL COINCIDENCIAS DE 48 POSIBLES	%
1. Indagación de ideas previas sobre el tema en los lectores (estudiantes)	1.1. Preguntas o situaciones de la vida cotidiana		0	0,0
	0			
	1.2. Preguntas o situaciones abstractas no correspondientes a la vida cotidiana			
	0			
2. Uso de la historia y epistemología de las ciencias	2.1. Con análisis epistemológico		7	14,6
	0			
	2.2. Como dato anecdótico o acumulativo			
	7			
3. Uso de la experimentación en las explicaciones de los conceptos	3.1. experiencias de la vida cotidiana	3.1.1. Experiencias relacionadas con la historia del	1	2,1

		concepto científico		
		0		
		3.1.2. Experiencias relacionadas con el concepto científico actual		
		0		
	3.2. prácticas de laboratorio	3.2.1. Utilizando insumos e “instrumentación” de la vida cotidiana		
		1		
		3.2.2. Utilizando insumos e instrumentación propia de laboratorio		
		0		
4. La relación de los conceptos que enseña con hechos de la vida cotidiana	4.1. Ejemplos donde se aplican los conceptos en la industria, hogar y otros ámbitos		23	47,9
	8			
	4.2. Ejemplos abstractos que no están relacionados con la cotidianidad del estudiante			
	15			

Tabla 2. Consolidado de coincidencias de las cuatro categorías objeto de análisis.

La primera categoría, **Indagación de ideas previas sobre el tema en los lectores (estudiantes)**, no arrojó ningún resultado lo que hace entrever que ninguno de los seis textos analizados le da importancia a lo que el estudiante trae en mente antes de la instrucción, ni con preguntas o situaciones de la vida cotidiana ni preguntas o situaciones abstractas no correspondientes a la vida cotidiana, pero que el estudiante lleva consigo.

La segunda categoría, **Uso de la historia y epistemología de las ciencias**, se encontraron siete coincidencias correspondiente a un 14,6%. Esto permite ver que el uso de la historia de la ciencia se hace de manera escasa y cuando esto ocurre solo se remiten a datos históricos a manera de anécdota o como un dato acumulativo de sucesos, sin que se dé un mínimo de análisis de esos datos históricos, es decir sin epistemología.

Para la tercera categoría, **Uso de la experimentación en las explicaciones de los conceptos**, tenemos que su uso es casi nulo con una sola coincidencia equivalente al 2,1%. Aquí debemos resaltar el hecho de que no existe interés por realizar experimentación alguna, ni desde las experiencias de la vida cotidiana, ni desde las prácticas de laboratorio; más aún, no se toma en cuenta la misma instrumentación de laboratorio de ciencias para realizar una práctica relacionada con el concepto que se enseña.

Con respecto a la categoría, **La relación de los conceptos que enseña con hechos de la vida cotidiana**, se encontró ocho coincidencias equivalente al 16,6% en torno a ejemplos donde se aplican los conceptos en la industria, hogar y otros ámbitos. Se encontró además, 15 (31,4%) coincidencias en donde al contrario de lo que se esperaba, se dan ejemplos abstractos que no están relacionados con la cotidianidad del estudiante

Los análisis anteriores muestran que evidentemente los libros de textos le prestan poca importancia al uso de la historia y la epistemología de las ciencias, a las ideas previas de los estudiantes y la experimentación.

4.3 Ideas acerca de la flotación extraídas desde la historia del concepto.

En este punto se tendrá en cuenta algunas de las bases teóricas que aportaron los científicos Arquímedes y Pascal en relación con la flotación. Las siguientes son algunos de los enunciados que del mencionado análisis se puede extraer:

- **Principio de equilibrio natural de los cuerpos.** Mora (2007) cita a Aristóteles *“Todo movimiento (excepto el movimiento de los astros sobre los cuales actúa un impulso divino) era considerado una "violencia" ejercida sobre un objeto. El movimiento, por consiguiente, requería una fuerza. Cuando cesaba la fuerza, el objeto volvía a su estado natural de reposo.”*
- **Principio de equilibrio hidrostático (Principio de Arquímedes).** *“Supongamos que un fluido es de tal carácter que sus partes reposan de igual forma y siendo continuas, la parte que está menos empujada es conducida por la que está más empujada; y cada una de sus partes es empujada por el fluido que está encima de ella en una dirección vertical, si el fluido está sumergido y comprimido por algo más”*
- **Relación entre el reposo y la proporcionalidad.** *“... el reposo se puede interpretar como que la razón de la parte que comprime es a la parte comprimida igual que la razón de otra parte que comprime es a otra parte comprimida, siendo las dos partes comprimidas uniformes e iguales.”* Mora (2007)
- **Definición de la densidad (gravedad específica).** Densidad = masa de un cuerpo/volumen de un cuerpo: *“Los sólidos aquellos que, tamaño a tamaño, son de igual peso con el fluido, si los deja caer en el fluido, se sumergen de tal forma que no se proyectan sobre la superficie pero no se hunden más abajo”* Mora (2007)
- **Definición de presión hidrostática.** *Si un fluido está en reposo, la fuerza que ejerce contra cualquier elemento de la superficie de la pared del recipiente que lo contiene es perpendicular a dicha superficie, y la fuerza que ejerce la pared sobre el fluido también es normal a la pared.*
- **La presión dentro del seno del fluido.** *Un pequeño cubo del fluido, cualquiera que sea su orientación, se encuentra en equilibrio bajo la acción de fuerzas dirigidas hacia su interior y perpendiculares a sus caras. Recíprocamente, el fluido contenido en ese elemento de volumen ejerce fuerzas normales a las caras del cubo y dirigidas hacia afuera. Como hemos dicho*

que el cubo que considerábamos podía tener cualquier orientación, resulta claro que la presión existe como un estado de fuerza perpendicular dentro del fluido.

- **Relación entre la presión y la altura dentro del fluido.** *La presión no es una magnitud constante, sino que depende a la altura en que se encuentra el punto considerando en el seno del fluido. Vamos ahora a deducir entre la presión y la altura en un fluido; para ello, consideremos un cubo de fluido que se encuentra en equilibrio. La presión que sufre el cuerpo sumergido aumentará o disminuirá en función de la altura a la que este el cuerpo dentro del fluido.*

4.4 Triangulación

Como se dijo antes, en esta tarea se tomarán en cuenta los resultados de los análisis de la encuesta de preguntas abiertas para identificar las ideas de los estudiantes antes de la instrucción (**I**), el análisis de contenido a los libros de texto científico (**T**) y los aportes de la historia y epistemología de las ciencias (**H**).

Algunas de las ideas científicas con respecto a la flotación son comunes para los tres tópicos analizados, a saber:

Densidad

I: Los estudiantes utilizan el término densidad para explicar el fenómeno de la flotación. Algunos lo hacen de manera acertada, otros no. Dentro de estos están los que consideran que la densidad es la causante de que los cuerpos floten.

T: Los libros de texto utilizan el término para explicar porque los cuerpos flotan

H: Arquímedes utiliza el concepto para describir el fenómeno de la flotación desde la comprensión de equilibrio entre el cuerpo que flota y el líquido que lo soporta.

Empuje

I: Algunos estudiantes creen que el líquido empuja al objeto que flota, aunque el empuje lo ven como presión, fuerza o peso.

T: Actualmente los textos utilizan el concepto empuje como la clave de la flotación.

H: Arquímedes complementa la explicación de la flotación por medio del empuje y su relación con la densidad de los cuerpos y esto se ve evidente en la anécdota de la corona de oro del rey Hierón de Alejandría.

Superficie de sustentación

I: Los estudiantes consideran que el área del cuerpo flotante en contacto con el líquido es la que determina si el cuerpo flotará o no. La superficie de sustentación mencionada la relacionan con el hecho de que el cuerpo se hunda con mayor o menor facilidad, dependiendo de la posición con que entra en contacto con la superficie del líquido

H: Pascal construye este concepto a partir de una serie de experimentos y demostraciones sobre el equilibrio de los líquidos, expone la relación que existe entre el empuje y la superficie de sustentación del cuerpo que flota.

T: Los libros de texto utilizan el concepto aunque de manera escasa para explicar la flotación de cuerpos sólidos en un fluido

Por lo anterior, puedo decir que los conceptos clave que se deben tener en cuenta al hablar de flotación son la densidad del líquido y del cuerpo que flota, el empuje que ejerce el líquido sobre el cuerpo que flota y la superficie de sustentación del cuerpo que flota, pero además de eso, se debe tener en cuenta otros aspectos importantes que arrojan los análisis como por ejemplo los errores conceptuales de los estudiantes evidenciados en las indagaciones de ideas previas, el poco o casi nulo uso de la historia y epistemología de las ciencias en la explicación de los conceptos y, la experimentación de la cual adolecen los libros de texto científico, tal como muestran los resultados. Considero entonces, que el diseño y desarrollo de prácticas experimentales en torno a la flotación deben considerar los aspectos en mención.

4.5 El diseño del experimento

La triangulación realizada arriba, da a la vez pautas para el diseño y desarrollo de experiencias escolares, las cuales tendrán en cuenta los aspectos analizados y mencionados en el punto anterior, es así que se ha diseñado la siguiente secuencia de experiencias escolares:

Las mismas situaciones expuestas a los estudiantes para la indagación de las ideas previas servirán para la realización de las experiencias. Ver figura de abajo.

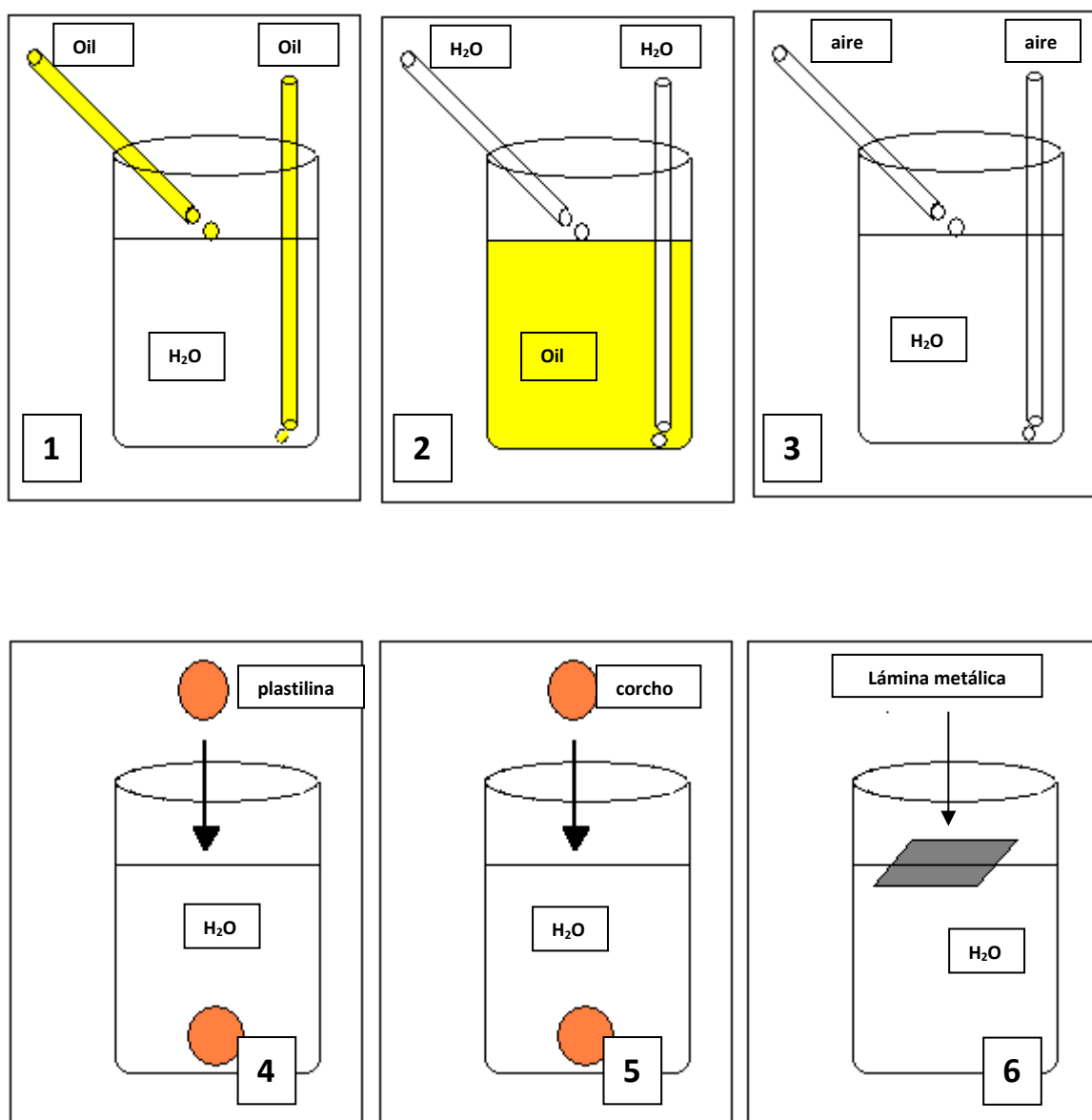


Figura N° 6: Situaciones reales sobre las cuales se trabajará experimentalmente. En los dibujos 1, 2 y 3, se tiene un vaso con un líquido marcado dentro de él. Por medio de un pitillo se deposita tanto en el fondo como en la superficie, una gota de aceite y agua para los vasos 1 y 2 respectivamente y una burbuja de aire para el vaso 3. En el vaso 4 y 5 tenemos una esfera de plastilina y una de corcho respectivamente, las cuales se depositan en el fondo y en la superficie. Para el vaso 6, se deposita una lámina de metal horizontalmente sobre la superficie del agua.

- a. Con los materiales necesarios a mano y teniendo en cuenta las situaciones planteadas para cada uno de los vasos, realizar las experiencias y registrar las observaciones en la tabla correspondiente. Describe lo observado en cada una de las situaciones y consigna lo observado en las tablas de abajo.

NOMBRE	GRADO
RECIPIENTE CON AGUA	
SITUACIÓN	OBSERVACIÓN
GOTA DE ACEITE EN LA SUPERFICIE	
GOTA DE ACEITE EN LA EN EL FONDO	
BURBUJA DE AIRE EN LA SUPERFICIE	
BURBUJA DE AIRE EN EL FONDO	
TROZO DE POLIESTIRENO EXPANDIDO (ICOPOR) EN LA SUPERFICIE	
TROZO DE POLIESTIRENO EXPANDIDO (ICOPOR) EN EL FONDO	
TROZO DE CORCHO EN LA SUPERFICIE	
TROZO DE CORCHO EN EL FONDO	
TROZO DE METAL EN LA SUPERFICIE	
TROZO DE METAL EN EL FONDO	

Tabla 3. Recolección de datos para recipiente con agua

NOMBRE	GRADO
RECIPIENTE CON ACEITE	
SITUACIÓN	OBSERVACION
GOTA DE AGUA EN LA SUPERFICIE	
GOTA DE AGUA EN EL FONDO	
BURBUJA DE AIRE EN LA SUPERFICIE	
BURBUJA DE AIRE EN EL FONDO	
TROZO DE POLIESTIRENO EXPANDIDO (ICOPOR) EN LA SUPERFICIE	
TROZO DE POLIESTIRENO EXPANDIDO (ICOPOR) EN EL FONDO	
TROZO DE CORCHO EN LA SUPERFICIE	
TROZO DE CORCHO EN EL FONDO	
TROZO DE METAL EN LA SUPERFICIE	
TROZO DE METAL EN EL FONDO	
GOTA DE ACEITE EN LA SUPERFICIE	
GOTA DE ACEITE EN LA EN EL FONDO	
BURBUJA DE AIRE EN LA SUPERFICIE	
BURBUJA DE AIRE EN EL FONDO	
TROZO DE POLIESTIRENO EXPANDIDO (ICOPOR) EN LA SUPERFICIE	
TROZO DE POLIESTIRENO EXPANDIDO (ICOPOR) EN EL FONDO	
TROZO DE CORCHO EN LA SUPERFICIE	
TROZO DE CORCHO EN EL FONDO	
TROZO DE METAL EN LA SUPERFICIE	
TROZO DE METAL EN EL FONDO	

Tabla 4. Recolección de datos para recipiente con aceite.

A más de realizar la experiencia con las gotas de los líquidos agua-aceite, prueba con otras sustancias líquidas como alcohol-agua, alcohol-aceite, y otras, como benceno-hexano. Determina con cuáles parejas de sustancias es posible realizar la experiencia, indicando las razones.

- b. Tomando como base el vaso 6 de la lámina metálica en un recipiente con agua, realiza el mismo proceso pero utilizando láminas de diferente tamaño y registra lo observado en la siguiente tabla:

NOMBRE			GRADO
OBSERVACIONES CON MATERIALES PLANOS			
TIPO DE MATERIAL	DIMENSIONES	PESO (g)	OBSERVACIONES

Tabla 5. Recolección de datos para recipiente con agua con materiales planos

Luego de realizar esta actividad, prueba con otras sustancias sólidas como madera, hierro, una canica de vidrio, maderas livianas con maderas pesadas, etcétera.

- c. Después de realizar la actividad de la esfera de plastilina, intenta modificar la forma de la plastilina de tal manera que se suspenda en la superficie del agua, luego de ello, deposita sobre la plastilina monedas de la misma denominación, contando la cantidad necesaria para que la plastilina se hunda hacia el fondo de recipiente. Registra los datos en una tabla. Ahora responde la pregunta: ¿Es posible volver a modificar la forma de la plastilina para que resista más monedas? Si la respuesta es que sí, vuelve a modificar la forma de la plastilina hasta donde se pueda, para que resista más monedas y vuelve a registrar los datos. Realiza la misma operación hasta que ya no sea posible más peso de monedas. Consigna los datos en la tabla siguiente:

Nota: Utilice la misma cantidad de plastilina encada una de las modificaciones

NOMBRE			GRADO
OBSERVACIONES CON PLASTILINA			
MODIFICACIÓN Nº	CANTIDAD DE MONEDAS	PESO DE LAS MONEDAS	OBSERVACIONES
1			
2			
3			
4			
5			

Tabla 6. Recolección de datos para recipiente con agua con plastilina.

En el Anexo 5 se observan las evidencias de los datos registrados por los estudiantes en cada una de las actividades planteadas.

4.6 Evaluación

Preguntas de evaluación de los conceptos relacionados con los experimentos

A cada uno de los estudiantes que participaron se les entregó un test de preguntas, las cuales tratan de indagar lo aprehendido por medio de las experiencias en torno a la flotación. Las preguntas buscan relacionar los tres ejes que han movido los intereses de esta investigación:

- Identificar si las ideas previas que se catalogaron como errores conceptuales aún persisten en los estudiantes
- Los conocimientos adquiridos en relación con las ideas científicas de Arquímedes y Pascal
- Lo que la ciencia hoy en día acepta en relación con la flotación y que se representa en los libros de texto científicos.

Así, las preguntas de este análisis de valuación son las siguientes

1. Tenemos dos embarcaciones que están juntas en alta mar, la una es una pequeña canoa fabricada en madera y la otra es un buque carguero de 300 toneladas de peso utilizado para trasportar grandes cantidades de carga. ¿Por qué, si la embarcación grande es mucho más pesada que la otra, no se hunde?
2. Qué concepto o conceptos de la física crees que se podría aprender con las experiencias realizadas.
3. Tenemos los siguientes objetos sobre un estanque: un corcho, un barquito de papel, una pelota de caucho, una rana nadando, una hoja de árbol grande, un pato nadando. ¿Qué tienen en común todos ellos que hace que se suspendan sobre la superficie del agua? y de ¿qué depende para que flote?
4. Ahora tenemos los siguientes objetos, los cuales se dejan caer sobre la superficie del mismo estanque: una canica de cristal, una esfera de acero (balín), una roca, una

moneda de cobre, el mismo barco grande de la primera pregunta hundiéndose. ¿Qué hace que todos estos objetos se hundan?

5. Si tienes un objeto cualquiera y lo sueltas sobre la superficie del estanque, ¿Qué debes saber acerca de él para saber si se suspenderá en la superficie o no?

Los resultados de la evaluación se consignan en el anexo 5

A partir de los datos recolectados en el anexo 6, se han extraído algunas ideas relacionadas con cada una de las situaciones planteadas en el test de evaluación.

Ver tabla de abajo.

IDEAS SOBRE FLOTACIÓN EN CADA UNA DE LAS SITUACIONES PLANTEADAS EN LA EVALUACIÓN				
1. Tenemos dos embarcaciones que están juntas en alta mar, la una es una pequeña canoa fabricada en madera y la otra es un buque carguero de 300 toneladas de peso utilizado para transportar grandes cantidades de carga. ¿Por qué, si la embarcación grande es mucho más pesada que la otra, no se hunde?	2. Qué concepto o conceptos de la física crees que se podría aprender con las experiencias realizadas.	3. Tenemos los siguientes objetos sobre un estanque: un corcho, un barquito de papel, una pelota de caucho, una rana nadando, una hoja de árbol grande, un pato nadando. ¿Qué tienen en común todos ellos que hace que se suspendan sobre la superficie del agua? y de ¿qué depende para que flote?	4. Ahora tenemos los siguientes objetos, los cuales se dejan caer sobre la superficie del mismo estanque: una canica de cristal, una esfera de acero (balín), una roca, una moneda de cobre, el mismo barco grande de la primera pregunta hundiéndose. ¿Qué hace que todos estos objetos se hundan?	5. Si tienes un objeto cualquiera y lo sueltas sobre la superficie del estanque, ¿Qué debes saber acerca de él para saber si se suspenderá en la superficie o no?
La forma del objeto	Densidad, presión, volumen, peso y fuerza. Estas cuatro variables las relacionan con el objeto que flota y el fluido que lo soporta (agua)	Los cuerpos que flotan son ligeros, menos pesados o menos densos que el líquido sobre el cual flotan	Los objetos macizos y pesados se hunden. La densidad y el peso hacen que se hunda. Pero en algunos casos la cantidad de aire presente en el cuerpo. Además de eso está condicionado al tipo de material del que está conformado el objeto que flota. Los objetos de alta densidad se hunden y los de baja densidad flotan.	Se debe conocer su masa y volumen para conocer su densidad, si es más denso que el agua del estanque se hundirá, si pasa lo contrario se suspende en la superficie
Un barco flotará según la forma que tenga, mientras más alto y más ancho sea mayor peso soportará	Hacen especial referencia a la densidad del cuerpo que flota en relación con el líquido que soporta al objeto. La densidad en función de la cantidad de masa confinada en pequeños volúmenes	Pero además de eso está el aire involucrado a mayor cantidad de aire dentro del objeto mayor será su capacidad de flotar	Existe una relación de proporción entre la densidad del objeto que flota y el líquido que lo soporta	La fuerza, la densidad, saber si es pesado o liviano y saber si tiene o no aire por dentro para sumergirse.
Si el barco es hueco entonces el aire dentro de él no lo dejara hundirse a mayor espacio hueco mayor capacidad de flotar	consideran que tanto el objeto que flota como el que lo empuja ejercen presión el uno sobre el otro		La densidad porque uno objetos pesan mucho, son pequeños como pueden ser grandes y no pesar nada	La forma del objeto, si es plano u hondo
				Debemos saber si tiene aire o no
				Debemos saber cuál es el material del que está elaborado el objeto que flota como plástico, metal, etcétera

Tabla 6. Ideas relacionadas con cada una de las situaciones planteadas en el test de evaluación.

La tabla anterior permite tomar categorizar las ideas principales que los estudiantes tienen después de haber realizado los experimentos, para ello se hará una lista de esas ideas, luego se relacionarán con el concepto científico y por último se establecerá la relación con los tópicos que ha abordado la investigación: las ideas previas de los estudiantes en función de los errores conceptuales que tenía antes de la instrucción, las ideas desde la historia y epistemología de las ciencias y lo que aborda desde el conocimiento científico actual plasmado en los libros de texto. La siguiente tabla muestra lo mencionado.

CATEGORIZACIÓN DE LAS IDEAS DE LOS ESTUDIANTES ENCONTRADAS A PARTIR DE LA EVALUACIÓN REALIZADA DESPUES DE LOS EXPERIMENTOS				
IDEAS	CONCEPTO CIENTÍFICO	ERRORES CONCEPTUALES DETECTADOS EN LA INDAGACIÓN DE IDEAS PREVIAS	HISTORIA DE LAS CIENCIAS	LIBROS DE TEXTO
Para que un cuerpo flote se debe tener en cuenta la forma.	FORMA	El estudiante no consideraba que la forma del objeto incide en la capacidad de flotación	PASCAL	
La capacidad de flotación dependerá de qué tanto la superficie del mismo haga contacto con el líquido en el cual flota	SUPERFICIE DE SUSTENTACIÓN	no concebía la relación entre la superficie sumergida y el empuje del líquido	PASCAL	PRINCIPIO DE PASCAL
Un barco flotará más si tiene un espacio hueco con aire, mientras más grande sea este espacio más capacidad de flotar tendrá	SUPERFICIE DE SUSTENTACIÓN			
Los conceptos relacionados con las experiencias realizadas son: densidad, presión, volumen, peso y fuerza. Estas cuatro variables las relacionan con el objeto que flota y el fluido que lo soporta (agua)	DENSIDAD PRESIÓN VOLUMEN FUERZA PESO	Los estudiantes desconocían la relación entre estas variables y las mencionaban de manera aislada	ARQUÍMEDES Y PASCAL	DENSIDAD PRESIÓN VOLUMEN FUERZA PESO
Hacen especial referencia a la densidad del cuerpo que flota en relación con el líquido que soporta al objeto. La densidad en función de la cantidad de masa confinada en pequeños volúmenes	DENSIDAD EMPUJE	Desconocían este aspecto, ya que ni siquiera lo mencionan	ARQUÍMEDES	PRINCIPIO DE ARQUÍMEDES
Consideran que tanto el objeto que flota como el que lo empuja ejercen presión el uno sobre el otro	EQUILIBRIO HIDROSTATICO	Desconocían este aspecto, ya que ni siquiera lo mencionan	ARQUÍMEDES Y PASCAL	PRINCIPIO DE PASCAL Y PRINCIPIO DE ARQUÍMEDES
Los cuerpos que flotan son ligeros, menos pesados o menos densos que el líquido sobre el cual flotan	DENSIDAD EMPUJE	En la mayoría de los casos tenían una concepción invertida de la densidad del cuerpo que flota. Pensaban que el cuerpo que flota es el que tiene mayor densidad	ARQUÍMEDES	PRINCIPIO DE ARQUÍMEDES

Pero además de eso está el aire involucrado a mayor cantidad de aire dentro del objeto mayor será su capacidad de flotar	DENSIDAD DEL AIRE	No involucraban al aire como un factor relacionado con la flotación		
Uno de los aspectos a tomar en cuenta es el tipo de material de que está conformado el objeto que flota. Los objetos de alta densidad se hunden y los de baja densidad flotan.	PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS DEL MATERIAL QUE FLOTA	No tenían en cuenta las propiedades físicas y químicas de los materiales	ARQUÍMEDES Y PASCAL	PRINCIPIO DE ARQUÍMEDES
Existe una relación de proporción entre la densidad del objeto que flota y el líquido que lo soporta	EMPUJE PRINCIPIO DE ARQUÍMEDES	Desconocían este aspecto	ARQUÍMEDES	PRINCIPIO DE ARQUÍMEDES
La densidad porque unos objetos pesan mucho, son pequeños como pueden ser grandes y no pesar nada	DENSIDAD: RELACIÓN DE PROPORCIONALIDAD ENTRE MASA Y VOLUMEN		ARQUÍMEDES	PRINCIPIO DE ARQUÍMEDES
Para saber si un cuerpo flotará o no sobre un líquido se debe conocer masa, volumen, densidad, forma, tipo de material	MASA VOLUMEN DENSIDAD FORMA TIPO DE MATERIAL		ARQUÍMEDES Y PASCAL	

Tabla 7. Categorización de las ideas principales que los estudiantes tienen después de haber realizado los experimentos.

La tabla anterior nos da una idea de cómo los estudiantes que realizaron los experimentos, por un lado, han modificado las concepciones que tenían acerca de la flotación de los cuerpos y por otro, han interiorizado (aunque no de manera radical) los conceptos científicos. Ahora bien, uno de los hallazgos más importantes radica en el hecho de que se empieza a evidenciar una transición del esquema mental inicial que trae el estudiante sobre flotación y los que se concibe desde el conocimiento científico. Se hace evidente tanto en el lenguaje como en la misma concepción, que ha empezado a ser modificada. Si miramos la respuesta que el estudiante N° 12 dio sobre la pregunta 1: “Observa detenidamente los dibujos de la figura N° 4. En el vaso 1, 2 y 3, se tiene un vaso con un líquido marcado dentro de él. Por medio de un pitillo se deposita tanto en el fondo como en la superficie,

una gota de aceite y agua para los vasos 1 y 2 respectivamente y una burbuja de aire para el vaso 3. Para los tres vasos responder:

¿Hacia dónde se dirigen las gotas de aceite y agua en los vasos 1 y 2 y la burbuja de aire en el vaso 3, después de ser depositada?”, a esto respondió: “Se queda en la parte de arriba porque el agua y el aceite no se mezclan entre sí, es una mezcla heterogénea” vemos que inicialmente la tenía errada; el hecho de que la mezcla sea heterogénea, no es condición suficiente para que el cuerpo flote. De hecho, los cuerpos que flotan no se mezclan con el fluido en que están suspendidos. Aquí no se ve evidencia de que el estudiante tenga siquiera la noción de densidad del cuerpo que flota, tampoco la forma o el tipo de material, entre otras. Pero, después de realizar la actividad experimental responde a la pregunta 3 del test de evaluación: **“Tenemos los siguientes objetos sobre un estanque: un corcho, un barquito de papel, una pelota de caucho, una rana nadando, una hoja de árbol grande, un pato nadando. ¿Qué tienen en común todos ellos que hace que se suspendan sobre la superficie del agua? y de ¿qué depende para que flote?”**. La respuesta que dio fue “Tienen la densidad más pequeña que el peso del agua. Entre más peso tenga el objeto más fácil es que se hunda”

Dentro de estos últimos, existen algunos relacionados con el desarrollo histórico y epistemológico y otros, con lo que los libros de texto mencionan sobre la flotación de los cuerpos. La tabla también muestra los conceptos científicos que están estructurando al fenómeno de la flotación como lo es la densidad, la masa, el volumen; con estas tres variables construyen cognitivamente la densidad como la relación de proporcionalidad que existe entre la masa y el volumen. Así mismo, conciben que la densidad es una de las propiedades de la materia responsable de la flotación y que cuando se trata de cuerpos sólidos o líquidos suspendidos en un medio líquido de mayor densidad, flotan. Otra de las concepciones adquiridas está la de equilibrio hidrostático que se da entre la presión que experimenta el cuerpo en función del empuje que ejerce el líquido sobre el cuerpo que flota, este principio llamado Principio de Arquímedes, es manejado ampliamente por los libros de texto como se vio anteriormente.

Cuando el estudiante habla de la relación que existe entre la cantidad de líquido en contacto con el cuerpo que flota nos referimos a lo que Pascal llama superficie de sustentación. Esta concepción se manifiesta cuando el estudiante concibe que los barcos más grandes, más altos y más anchos son los que resisten más peso, aludiendo a la forma que debe tener este para que la relación superficie de sustentación-empuje sea el máximo para ese objeto.

Por último identifican las variables involucradas en la flotación como son masa, volumen, densidad, presión, superficie de sustentación y en ese mismo sentido reconocen que para saber si un cuerpo flotará o no en un medio líquido determinado, se debe conocer algunas de sus propiedades como son la densidad, el tipo de material, y qué tanto se sumergirá dentro del líquido.

5. CONCLUSIONES Y PROSPECTIVAS

5.1 Conclusiones generales

A la luz del desarrollo de esta investigación y de los resultados obtenidos durante el desarrollo metodológico, se puede decir como conclusión que:

En general, los libros de texto hacen poco o casi nulo uso de la experimentación como una manera de acercar al estudiante al conocimiento científico, no lo hace en ningún sentido, ni desde eventos de la vida cotidiana, ni contextualizando la teoría al conocimiento práctico, es decir el que se evidencia en el uso y desarrollo de la tecnología en las diferentes industrias. Esto hace entrever por un lado, la intencionalidad de los libros de texto, la cual se ve plasmada en su retórica así como la posición epistémica del autor o autores y, por otro, una manera abstracta de transmitir los conocimientos sin que tenga sentido para el estudiante. Esto supone una dificultad a la hora de aprender e interiorizar los conceptos científicos, como se mencionó antes.

Los libros de textos no indagan las ideas que el estudiante posee antes de la instrucción. Las implicaciones de ello se han mencionado repetidas veces durante el desarrollo de esta investigación, y es que el no reconocer lo que el estudiante ya sabe o su mundo intuitivo, hace que la enseñanza de los conceptos se vea obstaculizada por esas ideas (obstáculos epistemológicos).

Los libros de texto no tienen en cuenta aspectos importantes del desarrollo histórico de los conceptos científicos, cuando escasamente lo hacen, lo hacen de manera que parece un suceso anecdótico o un hecho acumulativo entre otros que cronológicamente han sido descritos. Es claro que su uso supone ciertas bondades a la hora de enfrentar esos hechos en el marco de la enseñanza, aprendizaje y evaluación de los conceptos científicos, ya que les permite reconocer el contexto en el cual han surgido las grandes ideas que han permitido el desarrollo de los conceptos científicos; además de promover el interés por las lecturas de carácter histórico-epistemológico.

Cada vez más aumenta el interés por el uso de la historia y epistemología de las ciencias para la enseñanza, en virtud de que ello permite que los conceptos científicos tengan un mayor sentido para el estudiante que está aprendiendo. Lo anterior implica una relación más cercana a los hechos que históricamente han dado lugar al desarrollo de los conceptos científicos y eso ayuda a que el estudiante comprenda de mejor manera la relación entre los fenómenos de su entorno y la explicación científica.

El diseño y desarrollo de experiencias escolares para la enseñanza de los conceptos científicos es crucial a la hora de construir conocimientos. Esta manera de abordar la enseñanza le permite al estudiante construir su propia realidad, a partir de hechos que él mismo evidencia a través de la experimentación. Considero que la experimentación en la escuela debería ser una alternativa para promover en los estudiantes el desarrollo de competencias científicas, de la cual adolecen las generaciones de jóvenes en la actualidad.

5.2 Conclusiones específicas

Una de las conclusiones más trascendentales que deja esta investigación es ver cómo el uso de la experimentación escolar, permite que los estudiantes que poseen ciertas ideas de los fenómenos y que son explicadas desde el conocimiento común que ellos poseen, empiezan a ser modificadas, no radicalmente, sino paulatinamente como un proceso que cada vez hace que se transforme el pensamiento inicial a otras formas de pensamiento más elaboradas, esto es lo que pertenece al conocimiento científico. Es así como este punto fuerte de la investigación es poder demostrar que por medio de la experimentación en la escuela, se podría establecer nexos entre el conocimiento común y el conocimiento científico, de tal manera que se logre aprendizajes en los estudiantes; vemos aquí que los experimentos realizados han logrado tal vinculación, evidenciándose a la hora de describir algunos fenómenos de la vida cotidiana planteados en la evaluación.

Se vio claramente el interés de los estudiantes de salir del esquema tradicional al que generalmente han estado sometidos durante casi todo su historial académico y traer nuevas maneras de abordar los conceptos científicos por medio de la experimentación ha ayudado

a que muestren cierto interés por el quehacer científico y ello se evidencia en la manera en que ellos se fueron entregando a la toma de datos producto de la experiencia misma.

Otra de las virtudes que otorga el uso de la experimentación para la enseñanza es que se fomenta el trabajo en equipo y el desarrollo de competencias científicas, las cuales se evidencian durante el desarrollo de los experimentos, en la observación del fenómeno, la toma de datos, la inferencia, entre otros.

La identificación de las ideas adquiridas como producto de la observación y toma de datos experimentales, hace entrever que es necesario buscar alternativas que ayuden al estudiante a aprender de una manera diferente, talvez, más acorde con su propia existencia y en relación con lo que le rodea y le es propio y no como conceptos abstractos que no le dicen nada acerca de su realidad, mostrando que se puede hacer una ciencia diferente a la mostrada por los medios.

Por último, la experimentación en la escuela puede ser utilizada utilizando materiales de uso común, no necesariamente con equipo de laboratorio, hemos visto que usando materiales de uso cotidiano y doméstico se pueden desarrollar una serie de actividades experimentales de tal manera que conduzcan al aprendizaje de los conceptos científicos.

Considero que estamos en un momento de la historia de la educación en donde el docente debe mostrar unas facetas más actualizadas y acordes a la manera en que el mundo evoluciona, de allí que cada vez más se hace necesario documentarse en algunos aspectos clave para la enseñanza, aprendizaje y evaluación de los conceptos científicos, ya que solo de esa manera estaremos preparando sujetos más capacitados para enfrentar las problemáticas a las cuales le son propios de su contexto .

6. BIBLIOGRAFIA

ABBAGNANO Y VISALBERGHI. Historia de la pedagogía. Traducción de JORGE HERNÁNDEZ CAMPOS 1992. Título original: Lince di Storia della Pedagogia © 1957 G.B. Paravia & C., Turín D. R. © 1964 Fondo De Cultura Económica, S. A. España

Abritta, G. Noción y estructura del dato. Tomado de <http://www.catedras.fsoc.uba.ar/salvia/comunicacion/teoricos/abrita.htm>, página de la Facultad de Ciencias Sociales de la Universidad de Buenos Aires. Fecha: 17-06-12. Hora: 22:25

Alomá, E. Análisis De Los Conceptos De Energía, Calor, Trabajo Y El Teorema De Carnot En Textos Universitarios De Termodinámica. Revista Enseñanza De Las Ciencias, 2007, 25(3), página 389

ARISTÓTELES. (Siglo IV a. C) Física. Libro IV. Traducción de Guillermo de Echandía (1995) Editorial Gredos. Madrid.

Authier, M. Arquímedes: el canon del sabio. Historia de las Ciencias. Compilación de Michel Serres. Ediciones Cátedra S. A. Madrid. 1998. Páginas 124-126.

BOYLE, R. Física, química y filosofía mecánica. Traducción Carlos Solís (1985). Alianza Editorial. Madrid.

BUNGE, Mario. La Investigación Científica, su estrategia y su filosofía. Ediciones Ariel. Barcelona. 1972

CANDELA, A. (2003). Ciencia en el Aula

CANEDO, S. Contribución al estudio del aprendizaje de las ciencias experimentales en la educación infantil: Cambio conceptual y construcción de modelos científicos precursores. Programa de Doctorado en Didáctica de las Ciencias Experimentales y la Matemática. Facultad de Formación del Profesorado. Universidad de Barcelona. 2009. Páginas 112-114.

Cerda, H. Los Elementos de la Investigación. Cómo reconocerlos, diseñarlos y construirlos. Editorial el Buho Ltda. Bogotá. 1993. Páginas 312 - 314

Crujeiras, B. Competencias y prácticas científicas en el laboratorio de química: participación del alumnado de secundaria en la indagación. Revista Enseñanza de las Ciencias, 33.3 (2015): 201-202. Tomado de: <http://dx.doi.org/10.5565/rev/ensciencias.1830>

Crujeiras, B. y Jiménez, M Revista Enseñanza de las Ciencias, 33.1 (2015): 63-84 tomado de: <http://dx.doi.org/10.5565/rev/ensciencias.1469>

DELGADO HERRERA, TERESA; ALONSO VIVEROS, GUADALUPE; FLORES ALMAZÁN, SUSANAY TREJO CANDELAS, LUIS MIGUEL Propuesta innovadora de enseñanza-aprendizaje-evaluación sobre el tema presión. Departamento de Fisicoquímica, Facultad de Química, UNAM, edificio b (102), Circuito Escolar C.U. México, D.F. 04510, México. Enseñanza de las ciencias, 2005. Número extra. VII Congreso, p. 1-4

DOMÍNGUEZ CASTIÑEIRAS, JOSÉ MANUEL, DE PRO BUENO, ANTONIO y GARCÍA – RODEJA FERNÁNDEZ, EUGENIO. Las partículas de la materia y su utilización en el campo conceptual de calor y temperatura: Un estudio transversal. Enseñanza de las Ciencias, 1998, 16 (3), 461 - 475

Ferro, L. Dos proyectos filosóficos revolucionan el pensamiento. A Parte Rei. Revista de Filosofía. Tomado de: <http://serbal.pntic.mec.es/~cmunoz11/ferro34.pdf> Fecha: 18-02-

FURIÖ, C., AZCONA, R., GUIASOLA, G. y MUJICA, E. Concepciones de los estudiantes sobre una magnitud “olvidada” en la enseñanza de la química: La cantidad de sustancia. *Enseñanza de las Ciencias*, 1993, 11 (2), 107 - 114

GARCÍA, A. IZQUIERDO, M. Contribución de la Historia de las Ciencias al desarrollo profesional de docentes universitarios. *Revista Enseñanza de las Ciencias* Núm. 32.1 (2014): 265-281. Tomado de: <http://dx.doi.org/10.5565/rev/ensciencias>.

GARCÍA, M. El laboratorio de química en micro-escala en las actividades experimentales. Plantel (6) Antonio Caso. Escuela Nacional Preparatoria. Universidad Autónoma de México. *Enseñanza de las Ciencias*, 2005. Número extra. VII Congreso. P. 1-3

García, E., Zambrano, A. y Viáfara, R. Construcción de conocimiento en torno a las ciencias naturales. Editorial Universidad del Valle Colombia 2005. *pags.* 200

GARCÍA, E. Historia de la ciencia en textos para la enseñanza Neumática e Hidrostática. *Perspectivas Socioculturales*. Universidad del valle. Colombia. 2009

García, E. Retórica de los textos universitarios de física en la presentación de la electrostática. Universidad Autónoma de Barcelona. Máster de Investigación en Didáctica de las Matemáticas y las Ciencias Experimentales. Barcelona, España. 2009

Gobierno de España. Ministerio de Educación Cultura y Deporte. Secretaría de Estado de Educación, Formación Profesional y Universidades. Enseñar, Aprender y Evaluar: Un proceso de regulación continua: Propuesta Didáctica para las áreas de Ciencias de la Naturaleza Y Matemáticas. Centro de Investigación y Documentación Educativa (CIDE). Centro de Publicaciones. 1996. Anexo III. Las redes Sistémicas. Páginas: 261-265

KUHN. T. (1972) Estructura de las revoluciones científicas. Un papel para la historia. Fondo de Cultura Económica. México.

LAKATOS, I. La falsación y la metodología de los programas de investigación científica, La crítica y el desarrollo del conocimiento, Barcelona. 1975.

La Biblioteca de la Universidad de Cádiz. El Documento. Tomado de: <http://bibrepo.uca.es:81/biblioteca/guiasymanuales/tutoriales/TutorialAlumnos/documntos.htm> el día 22 de agosto de 2012 a las 11:09 GMT hora colombiana

Malagón, J. Ayala, M. y Sandoval, S. El experimento en el aula: comprensión de fenomenologías y construcción de magnitudes. Universidad Pedagógica Nacional. (2011)

Martins, R. Tratados físicos de Blaise Pascal. Cadernos de História e Filosofia da Ciência. [série 2] vol. 1 (n ° 3): página 109- 123. 1989

Mora, O. Becerra, H. Díaz, V. Bello, C. La proporcionalidad como instrumento de matematización en Arquímedes: un análisis a Sobre cuerpos flotantes. Grupo MESCUD. Universidad Distrital. 2007.

MORENO, Marimón, M. Ciencia y Construcción del Pensamiento. Enseñanza de las Ciencias. 1986

PASCAL, Blaise. Tratados de Neumática. Traducción de Alberto Elena (1984). Alianza editorial. Madrid.

PESOA, A y GIL, D 1992. “Tendencias y experiencias innovadoras en la formación del profesorado en ciencias”, I Taller Subregional sobre formación y capacitación docente en matemáticas y ciencias.

POOPER: Escritos Selectos. David Miller. Fondo de Cultura Económica. México. 1995

Pozo, J. APRENDIZAJE DE LA CIENCIA Y PENSAMIENTO CAUSAL. VISOR. MADRID. 1987

Rodríguez, B. Historia de la Matemática: Arquímedes. Centro de Información y Documentación Científica –CINDOC. 1986. Página web:
http://dmle.cindoc.csic.es/pdf/HISTORIADELAMATEMATICA_1986_00_00_04.pdf. Fecha:
 28-01-14. Hora: 10:30 a.m.

Sales, E. Greca, I. Freire, O. La enseñanza de la gravitación universal de Newton orientada por la historia y la filosofía de la ciencia: una propuesta didáctica con un enfoque en la argumentación. Revista Enseñanza de las Ciencias, 33.1 (2015): 205-223. Tomado de:
<http://dx.doi.org/10.5565/rev/ensciencias.1226>

Soto, C. 2002. Cambio Conceptual y Educación en Ciencias. Educación y formación del espíritu científico. Cátedra ICFES “Agustín Nieto Caballero”.

TORTOSA MORENO, MONTSERRAT y TORRA BITLLOCH, IMMACULADA. “¿Puede hervir y estar más frío?” Y “la presión como detective”: Estudio de experimentos en tiempo real. Enseñanza de las Ciencias, 2005. Número extra. Vii congreso. P. 1-5

ZAMBRANO, A. Relación entre el conocimiento del estudiante y el conocimiento del maestro en las ciencias experimentales. Instituto de Educación y Pedagogía. Universidad del Valle 2000.

ZAMBRANO, A. Educación y Formación del Pensamiento Científico. Instituto de Educación y Pedagogía. Universidad del Valle 2003

ZÚÑIGA, Omar. Diseño de una secuencia de enseñanza, aprendizaje y evaluación para los conceptos calor y temperatura. Universidad del valle. 1998

7. ÍNDICE DE FIGURAS

LISTA DE FIGURAS	
DESCRIPCIÓN	PÁGINA
Figura 1. Arquímedes resolviendo el problema de la corona de Rey Hierón de Alejandría	44
Figura 2. Explicativas de los experimentos sobre equilibrio de un sólido en un líquido	46
Figura 3. Grabados explicativos de los experimentos realizados por Pascal sobre el equilibrio de los líquidos.	47
Figura N° 4: Situaciones hipotéticas sobre flotación.	56
Figura 5. Estructura de la red sistémica a utilizar en el análisis de los datos obtenidos.	63
Figura N° 6: Situaciones reales sobre las cuales se trabajará experimentalmente.	75

8. INDICE DE TABLAS

LISTA DE TABLAS	
DESCRIPCIÓN	PÁGINA
Tabla 1. Plantilla de registro de datos re colectados por medio de la red sistémica	66
Tabla 2. Consolidado de coincidencias de las cuatro categorías objeto de análisis.	70
Tabla 3. Recolección de datos para recipiente con agua	76
Tabla 4. Recolección de datos para recipiente con agua	77
Tabla 5. Recolección de datos para recipiente con agua con materiales planos	78
Tabla 6. Ideas relacionadas con cada una de las situaciones planteadas en el test de evaluación.	83
Tabla 7. Categorización de las ideas principales que los estudiantes tienen después de haber realizado los experimentos.	85

9. INDICE DE ANEXOS

LISTA DE ANEXOS	
DESCRIPCIÓN	PÁGINA
Anexo 1. Datos recolectados a partir de los datos crudos del cuestionario de preguntas abiertas a estudiantes de grado décimo de educación media	97
Anexo 2. Coincidencias de las ideas de los estudiantes extraídas del Anexo 1	100
Anexo 3. Correlación de las ideas acerca de los eventos relacionados entre sí	104
Anexo 4. Categorización de las ideas del conocimiento común	106
Anexo 5. Evidencias de las actividades del diseño experimental sobre flotación	108
Anexo 6. Explicaciones de los estudiantes sobre los experimentos	110

10. ANEXOS

ANEXO 1

Datos recolectados a partir de los datos crudos del cuestionario de preguntas abiertas a estudiantes de grado décimo de educación media

N° ESTUDIANT E	VASO 1: AGUA -GOTA: ACEITE		VASO 2: ACEITE - GOTA: AGUA		VASO 3: AGUA - AIRE		VASO 4: AGUA - PLASTILINA		VASO 5: AGUA - CORCHO		VASO 6: LÁMINA	
	SITUACIO N 1	SITUACIO N 2	SITUACIO N 1	SITUACIO N 2	SITUACION 1	SITUACIO N 2	SITUACIO N 1	SITUACIO N 2	SITUACIO N 1	SITUACIO N 2	SITUACIO N 1	SITUACIO N 2
1	Se queda flotando porque es menos densa que el agua	La gota sube a la superficie debido a su baja densidad	La gota se queda allí porque no tiene el suficiente peso para atravesar el aceite y llegar al fondo	La gota se queda atrapada en el fondo. Quizás suba un poco pero no llegará a la superficie porque está en un medio líquido más denso.	La burbuja se queda allí unos segundos y luego explota, porque el aire intenta ir hacia arriba, pero como está encapsulado por la burbuja aferrada al agua que no se lo permite	La burbuja sube en medio del agua y al llegar a la superficie explota	La plastilina descendiendo al fondo por su densidad que es mayor	La plastilina se queda allí porque es más pesada o densa que el agua	El corcho baja un poco por el impacto pero después emerge a la superficie porque está hecho de madera y esta tiene burbujas de aire en su interior, que hace que flote en el agua	El corcho sube y flota	Debido al impacto tarda en llegar al fondo del vaso.	Atraviesa el agua rápidamente, porque va con la punta y mientras menos cantidad del cuerpo se vea involucrada en el impacto mayor será la facilidad con que entre en el agua y llegue al fondo.

2	El aceite siempre queda en el fondo por ser más denso		El agua entra en el aceite en el fondo y vuelve a subir ya que el agua es menos densa				Queda en el fondo del agua porque es un sólido un poco más pesado		Cuando cae a la superficie del agua vuelve y sube y queda flotando porque es un sólido liviano		Si la lámina entra vertical al agua se hundiría muy rápido y no chocaría contra el agua	
3	La gota de aceite queda en la superficie porque siempre el aceite queda sobre el agua y se esparce sobre ella porque el agua tiene oxígeno	La gota sube y se esparce sobre la superficie porque el agua tiene oxígeno	La gota de agua se va al fondo del vaso de aceite porque el agua tiene oxígeno	La gota de agua se queda en el fondo del vaso de aceite	El aire no penetra el agua	El aire hace una burbuja y sale a la superficie	La plastilina queda en el fondo del vaso o en la mitad dependiendo de lo grande que sea porque es pesada	En los dos casos se hunde, solo que cuando se tira plana se cae más lento que el de punta porque cuando se tira plano toma aire o se queda con un poco de aire y es más difícil				

4	Baja al fondo y se encuentra con la otra gota en el fondo	Se queda en el fondo por su densidad	Las dos gotas de agua se van a la superficie por lo que el agua es menos densa que el aceite		Baja hasta la mitad aproximadamente y sube a la superficie	Se dirige a la superficie porque el agua es más densa que una burbuja de aire	La plastilina va hacia el fondo por su peso		El que sueltan baja un poco y luego sube a la superficie porque es muy ligero	El corcho sube a la superficie	Baja al fondo un poco lenta porque el agua hace presión hacia arriba, pero la lámina lo hace hacia el fondo pero igual baja por ser pesada	Llega al fondo también pero de manera más rápida, porque no es mucha la presión que el agua le hace a la lámina
5	Se dirige al fondo	Se queda en el fondo	Se queda en la superficie	Sube a la superficie porque el agua es menos densa que el aceite				No es posible que flote en el mismo vaso porque la plastilina tiene más densidad que el agua, así no podrá ir a la superficie	Se hunde hasta la mitad y vuelve a la superficie porque es un sólido liviano	Sube a la superficie	Pues la lámina choca con el agua y se hundirá por tener más densidad	Pues se hundiría muy rápido porque no chocaría contra el agua

6	Las dos gotas de aceite se dirigen hacia la superficie y se unen en una sola porque son sustancias diferentes. El agua y el aceite son heterogéneos y el aceite es más liviano		Las dos gotas de agua se dirigen al fondo del vaso ya que el vaso contiene aceite y el agua es más pesada		Se crea una especie de fuerza que hace agitar o mover el agua	El aire forma una burbuja y sale a la superficie	Cae hasta el fondo pero no flota	Puede llegar a flotar la plastilina si tiene aire	Se dirige el corcho a la superficie porque no tiene suficiente peso y flota		Cae lentamente por que no tiene suficiente fuerza y el agua le quita flíxion horizontal-el subrayado es mío-.	Cae más rápido porque el agua no absorbe el peso
7	La burbuja de aceite baja hasta cierta distancia y vuelve a subir		Como el agua y aceite no se llevan entonces el agua sube a la superficie		El aire forma una burbuja sale y se explota		La plastilina se sumerge en el agua y se queda en el fondo porque es un material que no puede flotar		Vuelve a subir porque es como un globo con agua que no se puede sumergir y está hecho de un material que es flotable		La lámina se sumerge porque es muy pesada para subir	

8	Las dos gotas de aceite van hacia la superficie del agua ya que la densidad del aceite es mayor que la densidad del agua por tal razón no se pueden penetrar y hacer una sola sustancia		Van a la deriva ya que la densidad del aceite es impenetrable por el agua y el agua queda en el lugar donde lo depositen y me imagino que se va moviendo mediante pasa el tiempo		La burbuja de aire va hacia la superficie ya que para mí el aire busca escapatoria por su estado		Va al fondo porque su densidad es muy fuerte, posee un alto peso por la cantidad de su masa, por tal razón llega directamente al fondo	No sé qué se le podría hacer a la plastilina para que flote en el vaso porque su densidad es un poco rígida. Sería depositar una lámina delgada para observar si flota o no. No sé qué más serviría	El corcho va a la superficie después de llegar a la mitad del recipiente ya que la velocidad a la que es lanzada la hace bajar pero su densidad la hace subir nuevamente a la superficie			
9	Así sea desde el fondo o desde el exterior siempre se dirige al fondo ya que es denso		Entra en el aceite y luego sube ya que el agua es menos densa que el aceite				Va para el fondo del vaso	Se queda en el fondo del vaso. La plastilina tiene más densidad	Siempre flota. está hecho de madera y es menos denso		Hace presión con el agua ya que esta busca salida al encontrarse con el metal	Se sumerge porque cumple la misma función de aerodinámica

10	La gota baja	La gota sube porque el agua y el aceite no se pueden mezclar	Pasa lo mismo que en el vaso 1		La burbuja sube y estalla porque es aire que se libera bajo el agua		Se hunde porque está hecho de un material que no flota en el agua		Flota porque es sólido y es hecho de un material que el agua no puede dejar en el fondo		Se demora en caer porque las ondas de agua evita que baje	Cae al fondo rápido porque corta las ondas y cae más rápido
11	Se queda en la superficie	Sube a la superficie porque el agua no se puede mezclar con el aceite	Se queda en el fondo	Se queda en el fondo porque no se puede dar una mezcla entre ellos	Se queda ahí	Sube a la superficie por la presión de la aire	Se dirige hacia el fondo del vaso porque son elementos que tienen mayor fuerza o sea que van a quedar siempre en el fondo		El corcho se queda en la superficie por que la fuerza es menor		Queda en la profundidad por ser un material muy pesado	
12	Se queda en la parte de arriba porque el agua y el aceite no se mezclan entre sí, es una mezcla heterogénea	El aceite flota ya que no se mezclan entre si			Hace que el agua haga burbujas por la presión del aire	La burbuja sube	Queda en la parte inferior del vaso debido al peso de la misma		Se sumerge y luego se dirige a la parte superior, ya que el corcho es poroso		Queda flotando en la parte superior del vaso, no tiene como romper la superficie del agua	Llega al fondo ya que rompe la superficie del agua
13	Queda en la superficie del agua porque el aceite tiene diferente espesor, por lo tanto queda arriba	Sube quedando parejo con la otra gota, por su diferente espesor	Queda en la superficie del aceite, al haber más aceite que agua	El agua sube y queda en la superficie del vaso que es agua y el fondo aceite	Mueve un poco el agua	Forma burbujas que suben y explotan	Impacta y queda en el fondo por su peso	Se queda ahí	Flota porque tiene aire en su interior de la madera	Sube por el mismo motivo	Baja suave por el impacto	Baja más rápido

ANEXO 2

Coincidencias de las ideas de los estudiantes extraídas del Anexo 1

Principales ideas acerca del fenómeno gota de aceite - vaso con agua	Coincidencias	Principales ideas acerca del fenómeno gota de agua - vaso con aceite	Coincidencias	Principales ideas acerca del fenómeno burbuja de aire - vaso con agua	Coincidencias	Principales ideas acerca del fenómeno plastilina - vaso con agua	Coincidencias	Principales ideas acerca del fenómeno corcho - vaso con agua	Coincidencias	Principales ideas acerca del fenómeno lamina metálica - vaso con agua	Coincidencias
El aceite flota porque es menos denso que el agua	2	Se queda en la superficie porque no tiene el suficiente peso para atravesar el aceite y llegar al fondo	1	El aire no penetra el agua	1	La plastilina va al fondo porque su densidad es mayor	3	Flota porque está hecho de madera y esta tiene burbujas de aire en su interior, que hace que flote en el agua	3	Debido al impacto tarda en llegar al fondo del vaso.	1
El aceite siempre queda en el fondo por ser más denso	1	La gota de agua no sube por que se encuentra en un medio liquido más denso	4	Se dirige a la superficie porque el agua es más densa que una burbuja de aire	1	La plastilina queda en el fondo porque es más pesada	5	Flota porque es un sólido liviano	4	* Atraviesa el agua rápidamente, porque va con la punta y mientras menos cantidad del cuerpo se vea involucrada en el impacto mayor será la facilidad con que entre en el agua y llegue al fondo.	4
Siempre el aceite queda sobre el agua y se esparce sobre ella porque el agua tiene oxígeno	1	El agua entra en el aceite en el fondo y vuelve a subir ya que el agua es menos densa	1	Hace que el agua haga burbujas por la presión del aire	2	Puede llegar a flotar la plastilina si tiene aire	1			Si la lámina entra vertical al agua se hundiría muy rápido y no chocaría contra el agua	1

El aceite baja al fondo del agua	2	La gota de agua queda en el fondo porque tiene oxígeno	1	Las demás ideas están relacionadas con el hecho de que el aire siempre sube a la superficie		La plastilina se sumerge en el agua y se queda en el fondo porque es un material que no puede flotar	2			Baja al fondo un poco lenta porque el agua hace presión hacia arriba, pero la lámina lo hace hacia el fondo	1
El aceite es más liviano	1	Las dos gotas de agua se dirigen al fondo del vaso ya que el vaso contiene aceite y el agua es más pesada	1			Se dirige hacia el fondo del vaso porque son elementos que tienen mayor fuerza o sea que van a quedar siempre en el fondo	1	Cuando es tirado al agua se vuelve a subir porque es como un globo con agua que no se puede sumergir y está hecho de un material que es flotable	1	Pues la lámina choca con el agua y se hundirá por tener más densidad	1
La burbuja de aceite baja hasta cierta distancia y vuelve a subir	1	Como el agua y aceite no se llevan entonces el agua sube a la superficie	1					La densidad lo hace subir a la superficie	1	Llega al fondo también pero de manera más rápida, porque no es mucha la presión que el agua le hace a la lámina	1 -esta tiene el mismo sentido que * pero en términos de la presión que ejerce el agua
Siempre se dirige al fondo ya que es denso	1	Las gotas de agua van a la deriva ya que la densidad del aceite es impenetrable por el agua y el agua queda en el lugar donde lo depositen y me imagino que se va	1					Flota porque es menos denso	1	Cae lentamente por que no tiene suficiente fuerza y el agua le quita flixon horizontal- el subrayado es mío-.	1

		moviendo mediante pasa el tiempo									
El agua y el aceite son heterogéneos	6	El agua se queda en el fondo porque no se puede dar una mezcla entre ellos	1					Flota porque es sólido y es hecho de un material que el agua no puede dejar en el fondo	1	Cae más rápido porque el agua no absorbe el peso	1
Queda en la superficie del agua porque el aceite tiene diferente espesor, por lo tanto queda arriba	1	La gota de agua queda en la superficie por haber más cantidad de aceite que de agua. En la superficie es agua y el fondo es aceite	1					El corcho se queda en la superficie por que la fuerza es menor	1	La lámina se sumerge porque es muy pesada para subir	3
								Se sumerge y luego se dirige a la parte superior, ya que el corcho es poroso	1	Se sumerge rápidamente porque cumple la misma función de aerodinámica	1
										Hace presión con el agua ya que esta busca salida al encontrarse con el metal	1
										Se demora en caer porque las ondas de agua evitan que baje. queda flotando en la parte superior del vaso, ya que no tiene como romper la superficie del agua	2

										Cae al fondo rápido porque corta las ondas y cae más rápido. llega al fondo ya que rompe la superficie del agua	2
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	---	---

ANEXO 3

Correlación de las ideas acerca de los eventos relacionados entre sí

Correlación de las ideas del evento gota de aceite - vaso con agua y gota de agua - vaso con aceite	Ideas del evento burbuja de aire - vaso con agua	Correlación de las ideas del evento plastilina - vaso con agua y corcho - vaso con agua	Ideas del evento lámina metálica - vaso con agua
El agua siempre queda en el fondo porque tiene oxígeno	El aire no penetra el agua	Si el objeto tiene aire en su interior flota	Atraviesa el agua rápidamente, porque va con la punta y mientras menos cantidad del cuerpo se vea involucrada en el impacto mayor será la facilidad con que entre en el agua y llegue al fondo.
El aceite es más liviano que el agua	Se dirige a la superficie porque el agua es más densa que una burbuja de aire	Los sólidos livianos flotan y los sólidos pesados se hunden	Baja al fondo un poco lenta porque el agua hace presión hacia arriba, pero la lámina lo hace hacia el fondo. Llega al fondo también pero de manera más rápida, porque no es mucha la presión que el agua le hace a la lámina
El agua se queda en el fondo porque el agua y el aceite no se mezclan, son heterogéneos	Hace que el agua haga burbujas por la presión del aire	El objeto se hunde si esta hecho de un material que no quede flota y si es flotable entonces permanecerá en la superficie	Pues la lámina choca con el agua y se hundirá por tener más densidad
El aceite es más denso que el agua y por eso el agua no sube a la superficie	Las demás ideas están relacionadas con el hecho de que el aire siempre sube a la superficie	Los sólidos menos densos que el agua flotan	Pues la lámina choca con el agua y se hundirá por tener más densidad
		El sólido que tenga mayor fuerza irá al fondo	Cae lentamente por que no tiene suficiente fuerza y el agua le quita flixon horizontal- el subrayado es mío-.
			Cae más rápido porque el agua no absorbe el peso
			La lámina se sumerge porque es muy pesada para subir
			Se sumerge rápidamente porque cumple la misma función de aerodinámica
			Hace presión con el agua ya que esta busca salida al encontrarse con el metal

			Se demora en caer porque las ondas de agua evita que baje. queda flotando en la parte superior del vaso, ya que no tiene como romper la superficie del agua
			Cae al fondo rápido porque corta las ondas y cae más rápido. llega al fondo ya que rompe la superficie del agua
			Si la lámina entra vertical al agua se hundiría muy rápido y no chocaría contra el agua

ANEXO 4

Categorización de las ideas del conocimiento común

HISTORIA DE LAS CIENCIAS	CONOCIMIENTO CIENTÍFICO	IDEAS ERRADAS O NO CIENTIFICAS	IDEAS FUERA DEL CONTEXTO DE LA INVESTIGACIÓN
Atraviesa el agua rápidamente, porque va con la punta y mientras menos cantidad del cuerpo se vea involucrada en el impacto mayor será la facilidad con que entre en el agua y llegue al fondo.	Las sustancias más livianas flotan cuando están en un medio líquido más pesado que la sustancia que flota	El agua permite que algunos cuerpos floten porque tiene oxígeno	Si el objeto tiene aire en su interior flota
Baja al fondo un poco lenta porque el agua hace presión hacia arriba, pero la lámina lo hace hacia el fondo. Llega al fondo también pero de manera más rápida, porque no es mucha la presión que el agua le hace a la lámina	El aire siempre sube a la superficie	El agua se queda en el fondo porque el agua y el aceite no se mezclan, son heterogéneos	
Se demora en caer porque la lámina no tiene como romper la superficie del agua que es la que la sostiene. Al romper la superficie del agua caerá más rápido	Se sumerge rápidamente porque cumple la misma función de aerodinámica pero para esta caso sería hidrodinámica		

El agua es más densa que el aire		El aceite es más denso que el agua y por eso el agua no sube a la superficie	
Los sólidos menos densos que el agua flotan		El aire no penetra el agua	
El sólido que tenga mayor fuerza irá al fondo		El objeto se hunde si esta hecho de un material que no puede flotar y si es flotable entonces permanecerá en la superficie	
		Cae más rápido porque el agua no absorbe el peso	
		Cae al fondo rápido porque corta las ondas y cae más rápido. llega al fondo ya que rompe la superficie del agua	
		Si la lámina entra vertical al agua se hundiría muy rápido y no chocaría contra el agua	

Anexo 5

Evidencias de las actividades del diseño experimental sobre flotación

NOMBRE		GRADO		FECHA	
MODIFICACION N°		CANTIDAD DE MONEDAS	PESO DE LAS MONEDAS	OBSERVACIONES	
1	14	14 x 4,5	Este recipiente lo hice de forma de jarra Cuadrada que me da un peso de 14 monedas.		
2	18	18 x 4,5	Este lo hice de la misma forma pero mas Profunda +		
3	25	25 x 4,5	Este recipiente lo hice con base a la dijera mas Profunda mas delgada y mas		
4	12	12 x 4,5	Se me unio Asi que tambien hice		
5					
6					
7					
8					

NOMBRE		GRADO	FECHA
Ricardo Castro P		10-2	10-2
OBSERVACIONES CON PLASTILINA			
MODIFICACION N°	CANTIDAD DE MONEDAS	PESO DE LAS MONEDAS	OBSERVACIONES
1	7	4.5	el bastillo de la Plastilina después moldeado con 7 monedas
2	10	4.5	el bastillo lo extendi más y le hice más profundidad
3	13	4.5	hice la plastilina más ancha y le hice 27 monedas
4	8	4.5	hice la plastilina más delgada pero más ancha.
5	13	4.5	volví a hacer la plastilina de forma honda y le hice co 13.
6	14	4.5	le hice igual que la #13 pero más profunda
7			
8			

NUMERO	DESCRIPCION	GRADO
		12-13
OBSERVACIONES CON MATERIALES PLANOS		
TIPO DE MATERIAL	DIMENSIONES	PESO (g)
		OBSERVACIONES
Verde grueso	7x10 cm	26.1 g
		Verdadero: Cose al fondo del recipiente mayor su peso.
		Verdadero: Cose al fondo del recipiente por su peso que es mayor.
Verde delgado	7x10 x 2.5 cm	40.9 g
		Verdadero: Cose al fondo de la Superficie mayor su peso que el de verde.
Verde Bastante	2.2 x 4	61.3 g
		Verdadero: Cose Superficie al fondo del recipiente, como una Superficie, pero Verdadero: Cose al fondo del recipiente en su peso que es mayor.
Pila Piedra	8.5 x 5.4	41.3 g
		Verdadero: Pienso que es la Superficie Verdadero: Cose al fondo del recipiente.

[illegible][illegible][illegible]

Exposición

Coste de Acerte en la Superficie del Agua

Como se acierte la gota en la Superficie del agua este se acierte arriba y no baja y que de la punta sube

Coste de la Perte de la Gota en el Agua

Como se acierte la gota desde el punto este sube en la Superficie directamente y queda en forma redonda

- **Forma en Agua**

La gota baja al punto y queda en forma de línea

Forma en el Agua

Se queda en la Superficie instantaneamente

- **Propagación en Agua**

Baja al punto después de haberse y queda como círculo y se dispersa al momento

- **Propagación en el Agua**

Desde Como acierte y agua y llega al punto Capaz de agua

GRADO 10-12	
RECIPIENTE CON AGUA	
SITUACIÓN	OBSERVACION
GRUPO DE ACETIL EN LA SUPERFICIE	La gota de acetil flota
GRUPO DE ACETIL EN LA FOND	La gota de acetil girende a flota
BURBUJA DE AIRE EN LA SUPERFICIE	La burbuja permanece en la superficie
BURBUJA DE AIRE EN EL FONDO	La burbuja girende a la superficie
TRUZO DE POLIESTIRENO EXPANDIDO (CORCHO) EN LA SUPERFICIE	El trozo permanece en la superficie
TRUZO DE POLIESTIRENO EXPANDIDO (CORCHO) EN EL FONDO	El trozo girende a la superficie
TRUZO DE CORCHO EN LA SUPERFICIE	El corcho flota en la superficie
TRUZO DE CORCHO EN EL FONDO	El corcho girende a la superficie
TRUZO DE META EN LA SUPERFICIE	El trozo se sienta de sumerje
TRUZO DE META EN EL FONDO	El trozo de metal se permanece en el fondo
SITUACIÓN	RECIPIENTE CON ACETIL
SITUACIÓN	OBSERVACION
GRUPO DE AGUA EN LA SUPERFICIE	La gota de agua baña al fondo
GRUPO DE AGUA EN EL FONDO	La gota de agua permanece en el fondo
BURBUJA DE AIRE EN LA SUPERFICIE	La burbuja permanece en la superficie
BURBUJA DE AIRE EN EL FONDO	La burbuja girende a la superficie
TRUZO DE POLIESTIRENO EXPANDIDO (CORCHO) EN LA SUPERFICIE	El trozo permanece en la superficie
TRUZO DE POLIESTIRENO EXPANDIDO (CORCHO) EN EL FONDO	El trozo girende a la superficie
TRUZO DE CORCHO EN LA SUPERFICIE	El corcho permanece en la superficie
TRUZO DE CORCHO EN EL FONDO	El corcho girende a la superficie

NOMBRE <i>Angela vaicen</i>	GRADO <i>10-12</i>
RECIPIENTE CON AGUA	
SITUACIÓN	OBSERVACION
GOTA DE ACEITE EN LA SUPERFICIE	<i>se extiende en la superficie</i>
GOTA DE ACEITE EN LA EN EL FONDO	<i>se hundió en la superficie</i>
BURBUJA DE AIRE EN LA SUPERFICIE	<i>se queda en la superficie</i>
BURBUJA DE AIRE EN EL FONDO	<i>se hundió y explota al ir a la superficie</i>
TRIZO DE POLIESTIRENO EXPANDIDO (COPOL) EN LA SUPERFICIE	<i>quedo en la superficie</i>
TRIZO DE POLIESTIRENO EXPANDIDO (COPOL) EN EL FONDO	<i>quedo a la superficie</i>
TRIZO DE CORCHO EN LA SUPERFICIE	<i>quedo en la superficie</i>
TRIZO DE CORCHO EN EL FONDO	<i>quedo a la superficie</i>
TRIZO DE METAL EN LA SUPERFICIE	<i>hago a fondo</i>
TRIZO DE METAL EN EL FONDO	<i>se queda en el fondo</i>
RECIPIENTE CON ACEITE	
SITUACIÓN	OBSERVACION
GOTA DE AGUA EN LA SUPERFICIE	<i>hago al fondo</i>
GOTA DE AGUA EN EL FONDO	<i>se queda en el fondo</i>
BURBUJA DE AIRE EN LA SUPERFICIE	<i>quedo en la superficie</i>
BURBUJA DE AIRE EN EL FONDO	<i>quedo a la superficie</i>
TRIZO DE POLIESTIRENO EXPANDIDO (COPOL) EN LA SUPERFICIE	<i>quedo en la superficie</i>
TRIZO DE POLIESTIRENO EXPANDIDO (COPOL) EN EL FONDO	<i>quedo a la superficie</i>
TRIZO DE CORCHO EN LA SUPERFICIE	<i>quedo en la superficie</i>
TRIZO DE CORCHO EN EL FONDO	<i>quedo a la superficie</i>

NOMBRE	FECHA ENTREGA	GRADO	TD-17
OBSERVACIONES CON PLASTILINA			
MODIFICACION N°	CANTIDAD DE MONEDAS	PESO DE LAS MONEDAS	OBSERVACIONES
1	Plastilina 7 negra	45 x 7	18 Plastilina en forma de coco, negro se sumerge al fondo del vaso con 7 monedas
2	Plastilina 14 negra	74 x 7	21# Plastilina
3	Plastilina 21 negra	21 x 7	36 Plastilina mas enterrada negro se sumerge con 21 monedas
4	Plastilina 28 negra		Cuando de las 28 monedas cubren el peso.
5	Plastilina 41 negra		entre mas libras sea, mas peso tiene.
6	plastilina 48 negra		
7	Plastilina 51, 9		Peso de la plastilina
8			

Anexo 6

Explicaciones de los estudiantes sobre los experimentos

ESTUDIANTE	1. Tenemos dos embarcaciones que están juntas en alta mar, la una es una pequeña canoa fabricada en madera y la otra es un buque carguero de 300 toneladas de peso utilizado para transportar grandes cantidades de carga. ¿Por qué, si la embarcación grande es mucho más pesada que la otra, no se hunde?	2. Qué concepto o conceptos de la física crees que se podría aprender con las experiencias realizadas.	3. Tenemos los siguientes objetos sobre un estanque: un corcho, un barquito de papel, una pelota de caucho, una rana nadando, una hoja de árbol grande, un pato nadando. ¿Qué tienen en común todos ellos que hace que se suspendan sobre la superficie del agua? y de ¿qué depende para que flote?	4. Ahora tenemos los siguientes objetos, los cuales se dejan caer sobre la superficie del mismo estanque: una canica de cristal, una esfera de acero (balín), una roca, una moneda de cobre, el mismo barco grande de la primera pregunta hundiéndose. ¿Qué hace que todos estos objetos se hundan?	5. Si tienes un objeto cualquiera y lo sueltas sobre la superficie del estanque, ¿Qué debes saber acerca de él para saber si se suspenderá en la superficie o no?
1	La embarcación de 300 toneladas está construida de una forma para no hundirse. En su interior tiene grandes cantidades de aire que le permite flotar así este construida de un material muy pesado como el hierro o el acero	La densidad porque la cantidad de agua es más grande que el buque, esto ayuda a que no se hunda tan rápido. La presión a la que se ve sometido a el buque por la gran cantidad de agua.	Todos estos objetos se hunden porque sus moléculas están muy unidas, haciendo que pesen las que la sustancia que las contiene (agua). En el caso del barco es que seguramente le entró agua generando más peso sobre el barco y quitándole el aire de adentro que le permite flotar		Para saber si un objeto se queda en la superficie del estanque o no, debo saber su masa y volumen para conocer su densidad, si es más denso que el agua del estanque se hundirá, si pasa lo contrario se suspende en la superficie
2	No se hunde por que la estructura física del barco es fabricada especialmente para cargas pesadas de transporte y con motores más potenciales	Densidad: porque la organización estructural tiene que estar dividida en muchas constantes. Presión: es importante ver la presión que tiene cuando tiene peso sobre la plastilina	El corcho es un material madera liviana y puede ser flotada el barco de papel es igual un material liviano que puede ser hundido. La pelota de caucho tiene poca densidad. El pato no deja sumergirse por que las plumas en movimiento es constante. La rana en el salto no se sumerge en el movimiento.	Puede que si o puede ser que no, porque depende también del barco. Si los objetos son muy pesados o muy livianos puede que al agua filtre en el barco y se hunda o solo filtre agua	La fuerza, la densidad, saber si es pesado o liviano y saber si tiene o no aire por dentro para sumergirse.

3	Creo que el buque no se hunde por la forma que tiene la embarcación que es como una forma ovalada hueca y esa forma puede hacer que esa embarcación flote independientemente del peso que tiene	El concepto de la densidad creo que influye en cada uno de los experimentos realizados, puede ser por ejemplo cuando el aceite en el agua, el aceite queda en la superficie dependiendo de la cantidad de agua que hay. Cuando echamos el agua en el aceite el agua queda suspendida en el aceite	Puede que sea la densidad o la forma que tienen como por ejemplo el barco de papel o porque por la forma hueca tienen aire y no se pueden hundir, en el caso de la rana y el pato puede ser por la forma o porque son livianos	Todos estos objetos son pesados y pues el barco puede ser que tenga un agujero y se comience a entrar el agua o porque tiene más peso del que puede soportar, por ejemplo la plastilina a la que le pusimos las monedas y cuando no podía soportar más peso se hundía o en el caso también de las láminas que podía flotar y resistían hasta cierto peso.	La forma del objeto, si es plano u hondo y si también es balsado si no pesa también. Esas dos cosas tendría en cuenta, la Forma y el peso
4	Depende de la forma como se fabrique el buque, su estructura ha de ser alargada, además está nivelado también por los motores o impulsores que tiene	Presión: porque depende de la fuerza o peso que tenga la plastilina. Densidad: porque cuando sumergíamos las gotas de sustancias en otras cambiaba su densidad. Fuerza: porque dependía de la fuerza en las láminas para ver si se hundía o flotaban o se hundían y luego flotaban	Tienen en común que son ligeros, o bien que todos tienen algo que los hace flotar como el pato las plumas que impide que el agua toque su piel o cuero. La rana pues se impulsa con sus extremidades, además inflan la barriga para flotar. Ya los otros elementos flotan porque son ligeros y tienen poca densidad.	La gravedad y el peso hacen que se hundan pues esos objetos son macizos y pesados. En la cuestión del buque, puede que haya quedado mal estructurado y se le filtró el agua a lo que hace que aumente el peso del buque y este está diseñado para para un peso en específico, por esto se hunde.	Debemos saber cuál es su densidad y peso y si tiene aire dentro o no, si es masivo o no lo es.
5	Depende de la forma de fabricación del barco, por ejemplo en el experimento, si uno las estructuras más altas él resistía más peso, si las hacíamos bajas se hundía más rápido	Densidad: es la masa y volumen lo que sería en este caso del buque. Presión: tiene que ver con la presión o peso que se ejerció a la plastilina. Velocidad: tiene que ver con la velocidad con que se arrojan los objetos como el corcho, la lámina, etcétera.	Flotan porque tienen en común: El pato porque las plumas no dejan que el agua le entre y eso funciona como un flotador. El barco de papel, es porque el papel es muy liviano y delgado y eso lo hace flotar. El corcho, porque es ligero y liviano. El sapo, porque infla su estómago y eso lo hace flotar, funciona como un flotador.		Debemos saber cuál es su peso y cuál es el material que usas como plástico, metal, etcétera, depende de eso.

6	Estos dos barcos, el primero de madera, o sea la canoa no se hunde porque su material y la forma hueca que ayuda a que se mantenga en la superficie, pero no tiene las posibilidades de almacenar demasiado peso porque es pequeña y el segundo es un buque que por su gran tamaño y su forma hueca grande y reforzada atrapa más aire y puede mantenerse flotando con mucho peso	El peso, varía según el tamaño. La velocidad depende de la distancia y la fuerza con que se lanzan, como por ejemplo las láminas que caen de distintas formas.		Porque al hundir atrapan agua, más su peso no deja que suban a la superficie y el aire se escapa	Que el objeto sea liviano, que no lo hunda el peso del agua y de esta manera que contenga aire
7	Porque el buque está diseñado para soportar cargas pesadas, no sería muy lógico colocar más peso en la barco que no soporta tanto peso	Volumen, que es el espacio que ocupa alguna cosa. Masa cantidad de materia que tiene un cuerpo	Lo que tienen en común todas estas cosas es la densidad, el cual es el resultado de dividir la masa de un cuerpo entre el volumen del mismo	Todos esos objetos se hunde por el material de los objetos que se dejan caer y se hunden, también por el peso que tienen.	Tengo que saber la densidad, e volumen y la masa
8	Todo depende del tipo de estructura que tenga el buque, (grande, pequeño ancho, delgado) pero por lo general los buques son grandes y anchos. También pienso que entre más pesado sea el buque, más difícil es de hundirlo, ya que para hundir algo pesado se tiene que tener más fuerza	Densidad porque tiene masa y volumen, en este caso el barquito. Cada moneda tiene su masa. Presión porque el agua tiene presión y el aceite en agua también no se combinan porque tiene presión. También porque la plastilina del barquito hace presión con el agua. La velocidad tiene que ver cuando caen los objetos al agua (por ejemplo el corcho se hunde a la mitad del vaso con agua). Fuerza: la gravedad genera fuerza al interior del agua. le genera fuerza al barquito	Todos ellos tienen poca densidad y por ejemplo la rana utiliza la fuerza, la pelota contiene aire, lo que le permite flotar. La hoja se neutraliza con el agua	Todos se hunden porque tienen un nivel de densidad alto y la gravedad los hace hundir fácilmente, pero excepto el barco porque este necesita algún defecto para que se hunda (por ejemplo el Titanic que por una tempestad se hundió)	Debemos saber la densidad y si tiene algún tipo de presión, ya sea interior. Para que esta se mantenga en la superficie

9	Pues depende de lo que esté hecho y su tamaño, porque hay materiales que no soportan tanto peso en el agua como otros y entre más grande aguanta más peso	Masa: cantidad de materia que tiene un cuerpo como el buque que tiene 300 ton. Peso: es lo que pesa el objeto como el buque que tiene 300ton, más lo que pesa el buque. Volumen: es el espacio que ocupa un objeto como el barco y como el buque es más grande que el barco ocupa más espacio	Pues creo que todos tienen una densidad proporcional para flotar en el agua	La densidad porque uno objetos pesan mucho, son pequeños como pueden ser grandes y no pesar nada	Pues yo diría masa, peso y volumen, como unos objetos que soltamos en el agua unos se hundieron
10	Porque un buque está construido por una clase de material que no está apto para que se hunda	El volumen porque ese buque de 300 ton maneja un alto volumen	Lo que tienen en común es que ambos flotan en el agua sin importar el material por el que están compuestos, su densidad y peso en el agua son iguales	Porque estos objetos no están diseñados para que floten en el agua, en cambio el buque de la primera pregunta por el material con que se construyó no permitía que se hundiera	Debemos saber cuánto pesa y qué densidad tiene
11	Porque la embarcación está construida con el fin de no hundirse y para hacerlo tuvieron que hacer muchas pruebas para saber cuánta cantidad de carga puede llevar	El peso: porque hay que saber el peso de cada una de las cosas. Volumen: porque hay que saber el volumen de cada una de las cosas con las que la embarcación se construyó.	La densidad o el peso, ya que la hoja de árbol, e corcho, el barquito, y la pelota no pesan y se suspenden en el agua y la rana y el pato el aire en su interior los hace flotar	Para mí se hunden gracias a su peso y no tiene la cantidad suficiente de aire para poder flotar	Su peso el volumen y su densidad
12	Porque el barco de mayor peso tiene que tener el peso nivelado por todo el barco para que no vaya una parte más pesada que otra y así no se hunda.	Densidad porque tiene más peso y menos volumen	Tienen la densidad más pequeña que el peso del agua. ente más peso tenga el objeto más fácil es que se hunda	Se hunden porque tienen más peso que el agua y además tiene que estar el objeto con el peso proporcional.	El peso que tiene el objeto y cómo está su proporción