UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
Sede Medellín

MAESTRÍA EN ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES

PROPUESTA PARA EL TRABAJO DE GRADO:

La enseñanza de conceptos básicos de la hidrostática en el grado décimo de la educación media, desde una perspectiva epistemológica.

The teaching of basic concepts of hydrostatic in the tenth grade of high school, from an epistemological perspective.

Elaborado por: Maricela Correa Castrillón
Docente Asesor: Rodrigo Covaleda

2011

RESUMEN

El presente trabajo no pretende ser la conclusión final de un proceso de investigación, lo que describe es una intervención de aula, que responde a la necesidad de mejorar los niveles de conceptualización en el aprendizaje de la física, dotando de significado y contexto los conceptos, principios, leyes y teorías de esta disciplina.

En el informe se recogen los resultados de una propuesta de enseñanza en el aula, cuya finalidad es determinar el impacto que tiene en el aprendizaje de la física de décimo grado, en la Institución Educativa Jesús María el Rosal, el uso de algunos elementos propios de la epistemología, los cuales pueden proporcionar una idea del por qué y él cómo de la física, específicamente en conceptos básicos relacionados con la hidrostática, sobre la base de la propuesta de aprendizaje significativo de D. Ausubel.

Se dio gran relevancia a la visión que tienen las estudiantes de la forma en que se desarrollan y validan las teorías científicas, además de los contextos en que surgen y tienen aplicación, considerando que esto puede incidir en la motivación hacia el aprendizaje de las ciencias.

Durante el desarrollo de este proyecto se aplicaron una serie de talleres revisados y avalados por los docentes del área del colegio y de otras instituciones, en todos ellos se partió de una indagación inicial, la cual contribuyó a determinar los conocimientos previos, arrojando valiosa información para la elaboración de las actividades subsecuentes. Unas semanas después de cada taller se aplicó una prueba con la cual se pretendía identificar los avances cognitivos en relación con el tema trabajado.

Posteriormente se hizo un análisis de la información recolectada, la cual permitió presentar unas conclusiones preliminares, pues aunque se encontraron resultados satisfactorios respecto al enfoque que se dio a las intervenciones pedagógicas, estos apenas son el inicio de un proceso de investigación educativa, el cual, según las conclusiones obtenidas hasta el momento, permite confirmar las bondades que tiene la implementación de elementos de la epistemología en la enseñanza de la Física.

Palabras claves: enseñanza, aprendizaje, física, hidrostática, epistemología, aprendizaje significativo, obstáculo epistemológico.

ABSTRACT

This work doesn't intend to be the final conclusion of an investigation process. What it describes is a classroom intervention that meets the need of improving the levels of conceptualization in the learning of physics, giving a meaning and context to the concepts, principles, laws and theories of this discipline.

The results of a proposal of teaching in the classroom are reflected in the report, which aims to determine the impact that the usage of some elements taken from epistemology have in the tenth level physics learning at the Institución Educativa Jesùs María el Rosal and the idea they can give us about why and how physics is developed, specifically in basic concepts related to hydrostatic, on the basis of the proposal of meaningful learning of D. Ausubel.

It was given a great importance to the view that students have of the way in which the scientific theories are developed and validated, in addition to the contexts in which they arise and have application, whereas it can affect the motivation for the learning of science.

During the development of this project, a series of workshops, reviewed and endorsed by teachers of the area in the school, and in other institutions, were applied. They all started with an initial inquiry which contributed to determine the previous knowledge, yielding valuable information for the development of the subsequent activities. A few weeks after each workshop it was applied a test that intended to identify the cognitive advances related to the subject worked.

Later, an analysis of the gathered information was made allowing to show some preliminary conclusions. Since satisfactory results were found on the approach given to the pedagogical interventions, those conclusions are just the beginning of a process of educational research which, according to the conclusions obtained thus far, allow to confirm the advantages of the implementation of epistemology elements in physics teaching.

Keywords: teaching, learning, physical, hydrostatic, epistemology, meaningful learning, epistemological obstacle.

INDICE

CAPITULO I.....6
Introducción.....6

CAPITULO II.....8
Objetivos.....8
II.1. Objetivo General.....8
II.2. Objetivos Específicos.....8

CAPITULO III.....9
Marco teórico en el ámbito pedagógico.....9

CAPITULO IV.....11
Marco teórico desde lo disciplinar.....11
IV.1. Los obstáculos epistemológicos de Gaston Bachelard.....11
IV.2. Algunas consideraciones acerca de la mecánica de fluidos.....15

CAPITULO V.....19
Revisión bibliográfica.....19

CAPITULO VI.....22
Metodología.....22

CAPITULO VII.....25
Presentación de resultados.....25
VII.1. Prueba inicial.....25
VII.2. Taller: características de los fluidos.....31
VII.3. Taller sobre conceptos básicos: densidad,

masa y peso 33
VII.4. Taller: sobre el concepto presión.....38
VII.5. Taller: sobre el concepto presión hidrostática.....40
VII.6. Segunda aplicación de la prueba inicial.....43

CAPITULO VIII.....47
Análisis de resultados.....47
VIII.1. La prueba inicial: preconceptos sobre el desarrollo y validación de las teorías científicas.....47
VIII.2. Taller: características de los fluidos.....54
VIII.3. Taller sobre conceptos básicos: densidad, masa y peso.....57
VIII.4. Taller: sobre el concepto presión.....66
VIII.5. Taller: el concepto presión hidrostática.....68
VIII.6. Segunda aplicación de la prueba inicial.....71

CAPITULO IX.....75
Conclusiones.....75

CAPITULO X.....78
Bibliografía.....78

ANEXO 1.....80
ANEXO 2.....81
ANEXO 3.....83
ANEXO 4.....84
ANEXO 5.....87
ANEXO 6.....88
ANEXO 7.....90

CAPITULO I

Introducción

"La Epistemología y las Ciencias dependen entre sí. La Epistemología sin contacto con la ciencia se convierte en un esquema vacío. La ciencia sin epistemología es -en caso de que sea posible- primitiva y confusa".
(Einstein, A., 1916)"

Sin duda son muchos los problemas que interfieren con el aprendizaje significativo de la física en la educación básica secundaria. Uno de los más difíciles de enfrentar, es la idea que tienen la mayoría de los estudiantes, que esta disciplina se reduce a un listado de fórmulas totalmente carentes de significado y ausentes de contexto, lo cual se agrava con la forma en que el común de las personas ve las ciencias naturales, tienen la imagen de un cuerpo de conocimiento terminado, asequible solo para unos pocos con intelecto superior. Idea que incide negativamente en la motivación hacia el aprendizaje y no permite que los estudiantes se interesen por superar las dificultades, pues encuentran excusa para su disminuido esfuerzo.

Esta propuesta de enseñanza y aprendizaje se desarrollará como un intento de aumentar la motivación hacia las ciencias, en particular hacia la física, ampliar un poco la idea que se ha generalizado frente a la actividad científica y propiciar el aprendizaje significativo en los estudiantes, por tanto, se tratará de formar en una actitud crítica ante el conocimiento, mostrando como las teorías evolucionan y cambian, proponiendo un enfoque de naturaleza epistemológica en las clases de física, específicamente en lo relacionado con conceptos básicos de la hidrostática.

Generalmente en las instituciones educativas prevalece el cumplimiento de los contenidos establecidos en los planes de área, que se elaboran con base a los estándares formulados por el Ministerio de Educación Nacional, pues serán evaluados en las pruebas SABER, lo que se ha convertido en el termómetro con el que la sociedad y el mismo Ministerio de Educación mide la efectividad de los colegios. Lastimosamente todo se centra en cumplir con un temario y alcanzar a presentar el formalismo matemático que abarca una teoría específica.

A lo anterior se suma la pobre formación que reciben los futuros profesores de física en el campo de la epistemología, este

desconocimiento no ha permitido que se asuma esta misma, como instrumento para dotar de significado y contexto al conocimiento.

La epistemología de las ciencias no solo subyace a los distintos modelos pedagógicos, sino que también podría contribuir a la formación de una actitud crítica en docentes y estudiantes frente a los conocimientos y a los procesos para su apropiación, lo que posibilitaría el desarrollo de los procesos de enseñanza y de aprendizaje.

La propuesta gira alrededor de elementos de la epistemología como, el análisis en las clases de la etimología de las palabras relacionadas con los conceptos a trabajar, aclarando su sentido y significado original, lo que podría contribuir a que los estudiantes logren la compresión de principios, leyes y teorías, apropiándose de estas y determinando en qué situaciones específicas deben ser aplicadas; la historia también juega un papel esencial, se discutirán algunos acontecimientos que dieron forma a una idea, mostrando como una teoría más que fruto de la genialidad de un hombre, es un amasijo al que diferentes civilizaciones y acontecimientos han dado forma (uso y contexto) y que por la misma razón está en constante cambio.

Además se llevaran a cabo algunas prácticas experimentales, en las que se involucra activamente al estudiante, con el fin de posibilitar la consolidación de aprendizajes, generar interrogantes, y motivar hacia la construcción de nuevos conocimientos.

Desde la mirada de la epistemología de las ciencias se tomará como referente conceptual, para el análisis de los resultados extraídos de los talleres y las actividades evaluativas, la idea de obstáculos epistemológicos, planteada por Gaston Bachelard, estableciendo la incidencia que tiene la identificación de dichos obstáculos en la evolución cognitiva de los estudiantes.

Como se ve, no se trata del estudio profundo de la epistemología de las ciencias desde la clase de física, es más un acercamiento, asumiendo este enfoque como estrategia para tratar de lograr aprendizajes más duraderos y plenos de sentido. Cuando el estudiante se de cuenta del por qué, para qué y cómo, de los conceptos de la física, de la necesidad innata del hombre de investigar, de conocer su entorno, de tratar de dominarlo a través del conocimiento, aumentarán las posibilidades de que asuma los procesos de enseñanza y aprendizaje con mayor motivación y posiblemente tendrá más herramientas para comprender los nuevos conceptos y llevarlos a su aplicación en el momento en que lo requiera.

CAPITULO II

Objetivos

II.1. Objetivo General:

Determinar la incidencia que tiene la enseñanza de conceptos básicos de la hidrostática desde una perspectiva epistemológica, en el logro de un aprendizaje significativo, en estudiantes de décimo grado.

II.2. Objetivos Específicos:

- Analizar cuál es grado de evolución conceptual que se evidencia en los estudiantes, respecto a algunos conceptos básicos relacionados con la hidrostática.

- Analizar cómo influye este enfoque de enseñanza y aprendizaje en la motivación hacia el aprendizaje de la física.

- Desarrollar en las estudiantes una actitud crítica frente al conocimiento científico. Mediante la reflexión y discusión, tanto del contexto y factores que influyen en la construcción de la leyes y teorías, como de los conceptos físicos relacionados con la hidrostática.

CAPITULO III

Marco teórico en el ámbito pedagógico

Desde el aprendizaje significativo

La propuesta de trabajo estará enmarcada desde del aprendizaje significativo, por tanto el principal referente teórico a seguir en el ámbito de la enseñanza y el aprendizaje será la teoría del aprendizaje significativo de David Ausubel (1983). La idea básicamente es analizar como la aplicación de un enfoque epistemológico en la enseñanza de los conceptos relacionados con la hidrostática, en secundaria, puede propiciar la creación o consolidación de ideas previas relevantes, como si fuese un organizador previo y mejorar la comprensión frente a lo que se esta aprendiendo, lo que permitiría anclar los nuevos conocimientos, logrando aprendizajes más duraderos y complejos.

La implementación del enfoque epistemológico en la clase de física, se puede asumir como organizador previo, en el momento en que se convierte en puente cognitivo, entre la información disponible en la estructura cognitiva del estudiante y la nueva información que se trata de aprender. Ayudando a detectar y clasificar los conocimientos que posee el estudiante, para poder establecer con precisión cuáles son los que debería tener para poder procesar la nueva información.

Ausubel, plantea que el aprendizaje de los estudiantes depende de la existencia de conocimientos previos en la estructura cognitiva, que se relacionen con la nueva información, debe entenderse por "*estructura cognitiva*" Ausubel (1983), al conjunto de conceptos e ideas que un individuo posee en un determinado campo del conocimiento, así como su organización. En el proceso de orientación del aprendizaje, es condición necesaria, para la teoría del aprendizaje significativo, tener en cuenta los preconceptos del alumno; no sólo se trata de saber la cantidad de información que posee, sino cuáles son los conceptos y proposiciones que maneja así como de su grado de estabilidad.

Los principios de aprendizaje propuestos por Ausubel, ofrecen el marco para el diseño de herramientas metacognitivas que permiten conocer la organización de la estructura cognitiva del estudiante, lo que propicia un aprendizaje mas diferenciado, estable y permanente. Éste ya no se verá como una labor que deba desarrollarse con

mentes en blanco o que el aprendizaje de los alumnos comience de cero, pues no es así, sino que, los estudiantes tienen o pueden adquirir una serie de experiencias y conocimientos que afectan su aprendizaje y pueden ser aprovechados para su beneficio.

En la siguiente frase de Ausubel (1983, Pág. 58) se resume la importancia del tener como base para el aprendizaje, los conocimientos previos:

> *Si tuviese que reducir toda la sicología educativa a un solo principio, enunciaría este: El factor más importante que influye en el aprendizaje es lo que el alumno ya sabe. Averígüese esto y enséñese consecuentemente.*

Es importante tener en cuenta que el aprendizaje significativo no es simplemente la conexión de la información nueva con la ya existente en la estructura cognoscitiva del estudiante, el aprendizaje significativo se refiere más bien a la forma en la que el estudiante dota de significado los nuevos símbolos, conceptos o proposiciones involucrando los conocimientos previos relevantes.

Se resalta también la posibilidad que tienen los docentes de generar en los estudiantes ideas que por sus características, ya sean motivacionales o de cercanía a su realidad, podrían contribuir a la asimilación de los conocimientos nuevos. Una de las premisas de este enfoque de enseñanza y de aprendizaje es que el estudiante se interese por lo que se le está enseñando, pues es su decisión aprender significativamente, y uno de los factores que más influye es el tener ideas previas que permitan hacer relaciones coherentes con lo nuevo; no siempre podemos pensar que esas ideas previas se derivan de la cotidianidad, por tanto el docente debe indagar sobre los subsunsores (ideas previas relevantes) existentes, sin pretender que se parte de cero al iniciar cualquier aprendizaje.

La teoría del Aprendizaje Significativo de Ausubel, ofrece en este sentido el referente apropiado para el desarrollo del proyecto, constituyéndose en un marco teórico que posibilitará la construcción de estrategias que favorecen la retención más duradera y significativa de la información, pues los nuevos conocimientos se están relacionando con los anteriormente adquiridos, además de propiciar un ambiente de participación activa en el aula.

CAPITULO IV

Marco teórico desde lo disciplinar

IV.1. Los obstáculos epistemológicos de Gaston Bachelard

Para esta propuesta de enseñanza y aprendizaje se tomará como referente teórico a Gastón Bachelard, quien propone la necesidad de relacionar la epistemología con la enseñanza y aprendizaje de las ciencias naturales. Creando un puente entre la forma en que se desarrolla el conocimiento científico, la que se manifiesta en el aprendizaje, y la que debe vivenciar un docente en su práctica pedagógica.

Plantea la idea de los obstáculos epistemológicos, los cuales corresponden a elementos sicológicos, formados por las experiencias recopiladas a lo largo de la vida, los conocimientos adquiridos en la escuela y a través de la socialización, los significados que se dan a las palabras a través del uso y el contexto. Estos entorpecen la construcción de nuevos conocimientos, impidiendo la evolución del espíritu, de un estado pre-científico a un estado científico, es decir pasar de la observación y la suposición, a un estado más racional y coherente con el desarrollo de las teorías. Estos obstáculos deben ser bien conocidos por el docente, con el fin de contribuir a la construcción de conocimientos actualizados y mejorados, respecto a los que el estudiante poseía antes de la intervención pedagógica. Esto lo plasma Bachelard (2004, Pág. 20-21) en la siguiente cita:

> *Me ha sorprendido siempre que los profesores de ciencias, en mayor medida, si cabe, que los otros, no comprendan que no se comprenda (...) No han reflexionado sobre el hecho de que el adolescente llega a la clase de física con conocimientos empíricos ya constituidos: se trata, pues, no de adquirir una cultura experimental, sino más bien de cambiar de cultura experimental, de derribar los obstáculos ya acumulados por la vida cotidiana*

Como lo mencionaba Platón, en *El mito de la caverna*, el conocimiento real es generalmente una sombra proyectada, Bachelard (2004) retoma esta idea planteando que las percepciones que tenemos a través de nuestros sentidos no siempre son una lectura fiel de los sucesos, muchas veces esa ingenua realidad

entorpece la razón, al respecto afirma que: *Lo real no es jamás lo que podría creerse, sino siempre lo que debería haberse pensado*.

El pensamiento empírico solo es válido cuando se sustenta bajo las leyes de la razón. Sin embargo, ese sentido común o percepción básica nos proporciona una zona de comodidad, un estado de seguridad, que impide el acercamiento a ideas que desestabilicen o provoquen una reestructuración cognitiva, lo que dificulta la eliminación o superación de dichos prejuicios. Por lo mismo esas nociones propias de las vivencias y la formación temprana, no pueden ser simplemente ignoradas, no se puede suponer que se parte de cero al fundar un conocimiento, pues esta suposición entorpece tanto la tarea del aprendizaje como la de la enseñanza, impidiendo la construcción de aprendizajes significativos.

En suma, Bachelard afirma que el conocimiento científico se desarrolla por la corrección de errores, en el caso del aprendizaje de los saberes científicos, se refiere a la eliminación del conocimiento ordinario que se construye por simple percepción o uso cotidiano, pero que no tienen coherencia con la realidad de las ciencias. A ese cambio radical del conocimiento antiguo a un nuevo conocimiento lo describe como una discontinuidad o ruptura epistemológica que, en el ámbito educativo corresponde a la aparición de un conflicto cognitivo, el cual permite el proceso de estructuración del nuevo conocimiento de las ciencias en los esquemas mentales de sus alumnos.

Bachelard describe los obstáculos epistemológicos como confusos y polimorfos, es decir, una misma situación puede reflejar diferentes obstáculos, lo que se nota al leer los ejemplos que utiliza en su obra *"La formación del espíritu científico",* no obstante, hace la diferenciación que permite su identificación en situaciones específicas como se presenta a continuación:

El obstáculo de la experiencia básica

Este se refiere a las ideas que se adquieren a través de las vivencias de cada individuo, son conocimientos previos, del cómo y el porqué de las cosas, se forman generalmente en los primeros años de la vida intelectual. En esta etapa los individuos no cuentan con las herramientas necesarias para hacer crítica alguna desde el razonamiento científico, es así como estas ideas se convierten en verdades primarias. Por esta carga de prejuicios, no toda observación científica genera una interpretación científica, sobre todo si ya hay interpretaciones del fenómeno que inundan de prejuicios al investigador.

Se nota este tipo de obstáculo al preguntar a un estudiante ¿Qué es calor?, A lo que responde: "Es cuando la temperatura es alta", nos da una idea particular, generada y fortalecida por su interacción con otros, la publicidad o la misma escuela. Estas ideas previas son persistentes, debido a que en general son compartidas por personas de contextos diferentes, arraigadas así en el lenguaje común.

El obstáculo verbal

Los hábitos del lenguaje se convierten en obstáculos del pensamiento científico, es así como mediante una característica o imagen se quiere explicar la totalidad de un concepto. Las palabras utilizadas cotidianamente como metáfora o para generalizar un fenómeno, son obstáculos difíciles de superar, sobretodo si están dotadas de gran capacidad explicativa; es así como un término que aparezca claro al entendimiento pasa a ser tratado como un axioma al que no es necesario explicar.

Por ejemplo al preguntar a un estudiante ¿Qué son los fluidos?, este contesta: "Son sustancias en movimiento", se nota como una sola imagen constituye toda la explicación del concepto. Menciona Bachelard (2004, Pág. 93) al respecto:

> *No es tan fácil, como se pretende desterrar a las metáforas en el exclusivo reino de las expresiones. Quiérase o no, las metáforas seducen la razón. Son imágenes particulares y lejanas que insensiblemente se convierten en esquemas generales*

El obstáculo del conocimiento general

Se refiere a la forma en que el uso de generalizaciones o definiciones demasiado amplias para explicar un fenómeno, conlleva a dejar de lado detalles que pueden realmente dotar de sentido a la definición y darle validez científica. Por ejemplo, al preguntar a un estudiante ¿qué es aceleración?, este responde: "es cuando un cuerpo se mueve". Esta respuesta generaliza tanto el concepto, que se pierde en ella la idea de variación de la velocidad y puede prestarse para construir ideas erróneas respecto a los movimientos rectilíneo uniforme y los de velocidad variable. Al generalizar se sale del paso, dando una explicación sencilla que aplica a toda una definición y que posiblemente conduzca a interpretaciones equivocadas.

El obstáculo del conocimiento pragmático y utilitario

Se refiere a la tendencia que tiene el hombre de definir los términos reduciéndolos a la utilidad o beneficio que estos tienen en lo cotidiano. Bachelard resalta que se reduce el significado teniendo en cuenta un solo aspecto de la realidad. Se evidencia esto al preguntar a un estudiante ¿qué son los gases?, este responde: "es algo como el aire, que nos sirve para respirar, inflar cosas o para ponerlas a flotar", también se hace presente cuando se define un concepto, haciendo uso únicamente del simbolismo matemático, aludiendo a la idea de su funcionalidad en relación con dicho concepto.

Obstáculo animista

Según éste, las personas prestan mayor atención y valoran más los conceptos que conlleven a la vida o que se relacionen con ella. Es así como se conceden características animadas a todo tipo de conceptos. Un ejemplo aparece al preguntar a un estudiante qué es fuerza, la cual define como "la potencia de un objeto". En este caso no se define el término, sino que se mira el objeto como si fuera capaz de actuar por sí mismo.

Los obstáculos epistemológicos deben ser reconocidos por los docentes y estos a su vez hacerlos concientes en los estudiantes, al tomar conciencia de ellos se puede contribuir a la búsqueda de estrategias que hagan más efectivos los procesos de enseñanza y aprendizaje. Desde la perspectiva de Bachelard es notable la crítica a los métodos habituales, en los cuales se ignora aquello que los alumnos ya conocen, se cree que basta transmitir los conocimientos científicos de forma sistémica, para que sean comprendidos.

Además de argumentar el valor que tiene el reconocer los elementos sicológicos formados a lo largo de la vida de cada estudiante, Bachelard describe también la importancia de fomentar una actitud crítica frente al conocimiento y evolución del pensamiento científico, contrario a lo que generalmente se enseña, verdades terminadas, sin dar la posibilidad a los alumnos de reflexionar sobre la constante evolución que experimentan las teorías científicas. En la actualidad, la enseñanza en básica secundaria ha liberado a las ciencias de sus controversias, de su historia y contexto. Cuando se desprenden los conceptos que presentamos a los estudiantes, de cualquier origen elemental o artesanal, además de cualquier evolución o mutabilidad, se limitan las relaciones que los alumnos puedan hacer respecto a las ideas nuevas que tratamos de generar en ellos.

Al respecto afirma Bachelard (2004, Pág. 21):

> *De ahí que toda cultura científica debe comenzar por una catarsis intelectual y afectiva. Queda luego la tarea más difícil: poner la cultura científica en estado de movilización permanente, reemplazar el saber estático y cerrado por un conocimiento abierto y dinámico, dialectizar todas las variables experimentales, dar finalmente a la razón motivos para evolucionar*

Frente a los cambios experimentados por todas las ramas del saber la forma de acceder al conocimiento no puede permanecer inmutable; se debe transformar, proyectarse, crear nuevos métodos que permitan entender y teorizar la gran revolución en las disciplinas científicas de la actualidad, es necesario desarrollar una actitud critica y reflexiva hacia el conocimiento, tanto en el docentes como en el estudiante. Además se debe tomar conciencia de los obstáculos epistemológicos existentes en la estructura cognitiva de los alumnos, pues estos se pueden convertir en ancla u obstáculo para la asimilación de aprendizajes nuevos.

IV.2. Algunas consideraciones acerca de la mecánica de fluidos

En el desarrollo de este proyecto se trabajan esencialmente algunos conceptos relacionados con la hidrostática, como la noción de fluido, las propiedades físicas de estos y el concepto de presión desde la hidrostática.

La mecánica de fluidos podría tomarse simplemente como un nombre nuevo para una ciencia antigua, pero es más que eso, corresponde a un enfoque especial para estudiar el comportamiento de los líquidos y los gases. Aunque el auge de su desarrollo se da en los siglos XVI al XIX, cuando grandes pensadores como Da Vinci, Galileo, Torricelli, Pascal, Bernoulli, Euler, Navier, Stokes, Kelvin, Reynolds y otros hicieron interesantes aportes teóricos. En el estudio de esta rama de la física no se pueden dejar a un lado los intentos de algunos hombres, por comprender la naturaleza y comportamiento de los fluidos, para muchos esta no fue tarea fácil, como lo mencionaba Galileo (1615): *Más fácil me ha sido encontrar las leyes con que se mueven los cuerpos celestes, los que están a millones de kilómetros, que definir las leyes del movimiento del agua, que corre frente a mis ojos*, sin embargo siglos atrás algunos dedicados a esta tarea, construyeron un gran legado en la disciplina.

Es el caso de Arquímedes, nacido en el año 287 antes de Cristo quien, como lo describe Gamow (1971) en su libro "Biografía de la física", contaba con una ilimitada ingeniosidad. Este genio griego hace toda una descripción de la ley de flotación, en su libro *Sobre los cuerpos flotantes*, obra que lo llevó a ser considerado el padre de la hidrostática, palabra que proviene del griego *hydor (agua) statikos (estático),* usada para nombrar el estudio del los fluidos en equilibrio. En su ley enuncia: *todo cuerpo sólido sumergido en un líquido pierde el peso del líquido desplazado por él.*

Según el investigador Miller (1993), la estática de los fluidos estudia las condiciones de equilibrio bajo las cuales un fluido esta en reposo, se debe tener en cuenta que para ello se requiere que todos los elementos que lo forman se muevan a la misma velocidad, es decir que no se desplacen los unos respecto a los otros. El fluido esta entonces detenido o se mueve como si fuera un cuerpo rígido sin deformarse.

No se puede iniciar el análisis del concepto de fluido sin tener en cuenta la etimología de la palabra, pues es herramienta para el trabajo a desarrollar con las estudiantes. Esta palabra se deriva del latín *fluere,* que significa fluir o emanar. En general los fluidos son sustancias cuyas moléculas presentan gran movilidad y se desplazan libremente debido a la poca fuerza de cohesión existente entre ellas, lo que hace que la distancia intermolecular no se mantenga constante y que se deformen al ser sometidos a un esfuerzo de corte o tangencial. Dichas sustancias se encuentran en estado líquido o gaseoso.

Los fluidos poseen propiedades físicas que ayudan a su caracterización y a predecir su comportamiento bajo condiciones específicas, Larrañaga (1999) determina particularmente para los fluidos las propiedades de peso específico, tensión, viscosidad, compresibilidad y presión. Para las intervenciones de aula, durante el desarrollo del proyecto, solo se retomará de estos el concepto de presión, además de la densidad, la masa y el peso.

En la concepción de Halliday, Resnick y Krane (2001, Pág. 420-421), un fluido es incapaz de soportar un esfuerzo cortante, sin sufrir una deformación, en condiciones de equilibrio solo se debe tener en cuenta la componente normal o perpendicular a la superficie del fluido. *La magnitud de fuerza normal, por unidad de área superficial se llama presión. La presión es una cantidad escalar; no tiene propiedades direccionales… Un fluido sometido a presión ejerce una fuerza hacia afuera sobre cualquier superficie que esté en contacto con él*. En suma, la presión es directamente proporcional a la

magnitud de la fuerza normal a la superficie del fluido e inversamente proporcional a la superficie en contacto con este.

La presión se representa mediante la relación escalar:

$$p = \frac{\Delta F}{\Delta A}$$

Así como la presión, la densidad también es considerada como cantidad escalar, los autores la definen como la masa del elemento dividida entre su volumen. Para un cuerpo pequeño de cualquier material se puede representar como:

$$\rho = \frac{\Delta m}{\Delta V}$$

Para un objeto que posee la misma densidad en todos los puntos, esta será igual a la masa de todo el objeto dividida por su volumen.

$$\rho = \frac{m}{V}$$

Se debe tener en cuenta que la densidad descrita anteriormente es considerada como densidad absoluta; existe otro tipo de densidad, llamada densidad relativa, que expresa la relación entre la densidad de una sustancia y una densidad de referencia. En general la densidad depende de los factores ambiéntales; sin embargo, la variación de la densidad en líquidos es muy pequeña en intervalos grandes de temperatura y presión, por lo mismo en muchas aplicaciones se puede considerar la densidad de una sustancia como constante.

Serway y Faughn (2005, Pág. 257) por su parte definen la masa como *una propiedad inherente de un cuerpo y es independiente del entorno del cuerpo y del método empleado para medirla*. Al contrario de la masa que es una propiedad intrínseca de la materia, el peso depende de la fuerza gravitacional que esté actuando sobre ésta. En el caso de un cuerpo sobre la superficie de la Tierra, el peso depende de su ubicación con relación al centro del planeta.

Los autores afirman que como todas las fuerzas, el peso es una cantidad vectorial y su dirección es la misma de la fuerza gravitacional. Plantean la situación de un cuerpo que cae libremente experimentado una aceleración *g,* por acción de una fuerza que actúa hacia el centro de la Tierra. Al aplicar la segunda ley de Newton al cuerpo en caída libre, se encuentra que F=ma, debido a que F_g=mg,

entonces de deduce que a=g, por lo que el peso se puede considerar como:

$$W = mg$$

Como se ve todos estos conceptos están de alguna manera relacionados entre sí y constituyen la base para el estudio y caracterización de los fluidos cualquiera que sea su condición; es decir, desde la hidrostática o la hidrodinámica.

CAPITULO V

Revisión bibliográfica

La epistemología da una idea de cómo los obstáculos que se deben superar en la construcción del conocimiento científico, son semejantes a los que enfrenta un estudiante que aprende un concepto relacionado con las ciencias, así lo explica Bachelard (2004), en su obra "La Formación del Espíritu Científico", argumentando la pertinencia que tiene la implementación de la epistemología como estrategia metodológica en las clases. Plantea la importancia de asumir una actitud critica frente al conocimiento que se posee antes de iniciar cualquier aprendizaje, señalando los problemas y confusiones que se generan cuando hay desconocimiento de los preconceptos o como los denomina obstáculos epistemológicos, los cuales se deben sobrepasar, en medio de lo que él llama *la crisis del pensamiento,* para lograr el desarrollo cognitivo.

Desde este punto de vista, en el que se enfatiza la identificación de los obstáculos epistemológicos, que se encuentran en el aprendizaje y en la enseñanza de las ciencias, se aborda este proyecto, analizando el impacto que tienen las nociones previas sobre la adquisición de nuevos conocimientos relacionados particularmente con algunos conceptos básicos en la mecánica de fluidos.

Algunos autores nos ofrecen algunas referencias en este tema. Zunini (2007), en su artículo, centra su atención en quien enseña y en sus propios obstáculos epistemológicos, haciendo un análisis sobre cómo el docente, a través de su práctica, puede convertirse en una fuente de trasmisión de dichos obstáculos a sus estudiantes, pues es quien tradicionalmente tiene el mando sobre la relación que establecen los alumnos con las ciencias.

Alurralde y Salinas (2004), proponen la epistemología como herramienta que favorece los procesos de enseñanza y aprendizaje. En una de sus investigaciones hacen algunos avances acerca de la pregunta: "¿Es importante la epistemología de las ciencias en la formación de investigadores y de profesores en física?", enfatizan la pertinencia que tiene la formación en epistemología, de los futuros docentes, este conocimiento como mediador en las ciencias favorece la actitud crítica ante los saberes y posibilita la comprensión de la naturaleza de la metodología científica y la relación teoría realidad.

Más adelante estas dos docentes realizan una nueva investigación sobre "Modelos explicativos que estructuran las ideas de los estudiantes en física: aportes, resultados e interpretaciones para el aprendizaje del empuje" (2006), en la que tratan de determinar el impacto que tiene la identificación y caracterización de los modelos explicativos de los estudiantes, respecto a las ideas relacionadas con el empuje, en la adquisición de los nuevos conocimientos. Además de la conveniencia de desarrollar estrategias de clase que favorezcan el acercamiento a la epistemología como elemento que ayuda a comprender el modelo de las ciencias.

García (2009), en su artículo rescata el uso de la historia y la epistemología en la enseñanza de las ciencias, tomando como caso particular la mecánica de fluidos. Se da a esta una perspectiva sociocultural, pues no se consideran las actividades que conducen a la elaboración del conocimiento científico, en espacios abstractos, sino en espacios sociales que intervienen en la construcción del significado de dichos conocimientos.

Así se enfatiza la importancia de contextualizar los objetos de estudio en la clase de ciencias, esto contribuye a la formación de una actitud reflexiva ante el desarrollo de las teorías y su relación con el entorno, genera la idea de unos saberes más accesibles y previene el dogmatismo en el conocimiento científico.

Naranjo (2009), en su obra "Hipótesis epistemológicas", establece una relación esencial entre la ciencia, la filosofía y lo que en ambas debe ser considerado como real, enuncia que el conocimiento que se produce en la ciencia y en la filosofía debe estar fundamentado sobre una idea racional de lo qué es realidad, sino es así, este conocimiento producido no será seguro; es decir, será un conocimiento conjetural. Nuevamente entran en juego las implicaciones que tienen los imaginarios y representaciones sociales, en los procesos de instrucción, pues antes de toda pretensión de aprendizaje, es necesario establecer códigos comunes entre las partes del proceso educativo.

Sobre el impacto que tiene en las clases de física, la caracterización de los imaginarios, existentes en las estructuras cognitivas de los estudiantes, Mora (1999) plantea en su articulo: "Sobre la naturaleza del conocimiento científico y sus implicaciones didácticas", que la imagen pública y escolar acerca de la naturaleza de las ciencias no se corresponde con los planteamientos de los epistemólogos e investigadores en didáctica de las ciencias y que esto puede estar interfiriendo con el aprendizaje, presentando a manera de hipótesis que un posible camino de desmitificación de la imagen de las ciencias

debería empezar determinando cuáles son las ideas o nociones previas de los estudiantes y cómo se podrían transformar las creencias e imágenes de ciencia que utilizan los profesores a la hora de enseñar.

García (2009), en su publicación "Aprendiendo hidrostática mediante actividades de investigación orientada: análisis de una experiencia con alumnos de 15-16 años área de ciencias", presenta un modelo de aprendizaje basado en los procesos de investigación, este modelo propone abordar el estudio de situaciones problemáticas de interés, partiendo de las ideas de los estudiantes, en interacción permanente con sus pares, tratando que los estudiantes aprendan usando como base sus nociones y las de sus pares, en un ambiente colaborativo y de autorregulación.

En síntesis después de haber hecho la revisión bibliográfica, se evidencia como muchos de los autores que asumen un enfoque epistemológico dentro de los procesos de enseñanza y aprendizaje de la física, muestran una tendencia marcada a enfatizar este elemento como estrategia posibilitadora de los aprendizajes en las ciencias en general.

Se propone la epistemología no solo como disciplina constituida por diversos elementos, como la historia, la identificación del uso y el contexto del lenguaje, y la reflexión sobre el proceso que da origen a una determinada teoría, sino que también se muestra como una herramienta que ayuda a identificar elementos que obstaculizan o facilitan el acto mismo de aprender, puesto que contribuye a formar en los estudiantes actitudes de reflexión y crítica, que facilitan la metacognición, y ayudan a los docentes a elaborar estrategias acordes a las características específicas de los estudiantes, esto en relación con el contexto, las ideas previas e intereses.

CAPITULO VI

Metodología

Esta trabajo se centra en el análisis de experiencias en el aula, se trata básicamente de determinar el impacto que tiene en el aprendizaje de conceptos básicos relacionados con la hidrostática y en la motivación hacia las ciencias, el uso de algunos elementos de la epistemología, como la historia, el análisis crítico y reflexivo de los conceptos, su uso y significado, y la forma en que se les da validez, desarrollando una serie de actividades de diagnóstico, motivación, socialización, conceptualización y evaluación, a lo largo de diez semanas del periodo académico. El carácter de este análisis es fundamentalmente cualitativo, lo que implica un estudio sobre todo descriptivo en la interpretación de los datos recolectados. Las actividades y propuestas de intervención pedagógica fueron socializadas con otros docentes del área en la Institución y fuera de ella, los cuales le dieron validez.

El referente teórico de aprendizaje para las intervenciones pedagógicas es el aprendizaje significativo, por lo que se reconoce la importancia de los conocimientos previos que tienen las estudiantes, tratando también de privilegiar la discusión y la construcción colectiva, es así como se emplea en la mayoría de las intervenciones la estrategia metodológica del taller, concebido este como una manera eficaz de lograr la construcción de conocimiento mediante la integración de la teoría y la práctica, de manera colectiva y mediada por la reflexión crítica. Al respecto afirma Maya (2007), que frente a las formas tradicionales de enseñanza el taller principalmente:

> *Promueve la construcción de conocimiento a partir del mismo alumno y del contacto de este con su experiencia y con la realidad objetiva en que se desenvuelve.*
>
> *Realiza una integración teórico-práctica del proceso de aprendizaje.*
>
> *Permite que el estudiante adquiera el conocimiento mediante un proceso de acción- reflexión- acción, lo cual permite su validación colectiva, no de una manera reproductiva, sino creativa y crítica y finalmente transformadora.*

Contando con las facilidades que brinda el taller en los procesos de enseñanza y de aprendizaje, se espera de alguna manera poder

transformar y resignificar los conocimientos previos que se convierten en obstáculos epistemológicos, dichas ideas fundadas a través de la experiencia y prejuicios ante las ciencias, que tienen las estudiantes, es decir, sobrepasar los obstáculos epistemológicos que se encuentran en el camino hacia la construcción de nuevos conocimientos. Esta propuesta de formación, estructura espacios para la conversación, el debate de ideas y de situaciones cotidianas, pues la construcción del conocimiento es un proceso compartido y activo entre los profesores y los estudiantes.

Teniendo en cuenta que la estrategia a utilizar está permeada por la interacción social y la construcción colectiva, es pertinente tener en cuenta los aportes que puede hacer el aprendizaje colaborativo a esta propuesta, en el cual las interacciones sociales que antes pasaban desapercibidas dentro del triángulo profesor - estudiante – conocimiento, ahora enriquecen los procesos educativos.

El hombre es un ser social por naturaleza y la misma sociedad demanda de la escuela como institución una formación para la vida en comunidad, para la construcción colectiva del conocimiento. El aprendizaje colaborativo favorece la formación de personas críticas que sepan trabajar de forma grupal y concertada, pues estructura en los que participan de él, normas o reglas que regulan la interacción social. El docente tendrá la tarea de generar espacios de discusión y cuestionamientos frente a las ideas que se plantean en el grupo, ayudará a formar una actitud reflexiva frente al conocimiento y la manera en que este valida. Al iniciar el proceso el docente deberá comenzar por asignar roles y estructurar las responsabilidades en el grupo, esperando que en un punto más avanzado los estudiantes asuman un papel autónomo y dinámico en las interacciones que permitirán elaborar aprendizajes más estructurados. Como lo mencionan Collazos, Mendoza, (2006, 61-76)

> *Los estudiantes no saben instintivamente como interactuar efectivamente con otras personas. Las habilidades sociales, así como otras habilidades, deberían ser enseñadas y reforzadas. Las actividades en equipos de trabajo ayudarán a los estudiantes a conocerse y a confiar entre ellos… El rol del instructor incluye pues modelar habilidades interpersonales positivas y hacer que los estudiantes practiquen dichas habilidades.*

La mayoría de las actividades planteadas son de tipo procedimental, análisis de fenómenos y solución de situaciones problemas, tratando de mantener las premisas planteadas en la estrategia metodológica de taller y los fundamentos del aprendizaje colaborativo.

Para la evaluación de los avances cognitivos de las estudiantes se tendrá en cuenta el contraste entre sus respuestas iniciales, las que daban en las conclusiones y las expresadas la socialización grupal, además de una prueba escrita realizada unas semanas después de aplicado cada taller. Se valorará básicamente la apropiación del lenguaje científico, la aplicación de los conceptos, principios, leyes y teorías, en la explicación y análisis de fenómenos relacionados con la hidrostática. También fueron criterios de evaluación, la participación en las discusiones, la puntualidad y el orden en la entrega de las guías y consecución de los materiales necesarios para la clase.

Las experiencias de aula se llevaron a cabo en la Institución Educativa Jesús María el Rosal, al interior de la clase de física en el grado décimo. El estudio se realizó con una población de 67 estudiantes, divididas en dos grupos, 10-1 y 10-3, las cuales tienen entre 15 y 17 años, pertenecientes en su mayoría a los estratos socioeconómicos 1 y 2. Este grupo de estudiantes en particular no da mucha importancia a la formación académica dentro de su proyecto de vida, lo que influye negativamente en la manera de asumir el aprendizaje de las ciencias.

CAPITULO VII

Presentación de resultados

Para el análisis de todas las pruebas y talleres realizados se tuvieron en cuenta cada una de las respuestas de las estudiantes, estas se discriminaron a través de categorías. Cada una de las actividades fue elaborada con el propósito final de propiciar el aprendizaje significativo de conceptos introductorios de la hidrostática y de modificar la forma en que las estudiantes ven la evolución y validación de las teorías científicas, utilizando como estrategia de enseñanza y de aprendizaje, una perspectiva epistemológica de las ciencias.

Para todos los conceptos trabajados se realizó una experiencia inicial, con el fin de conocer las ideas previas de las estudiantes, más o menos dos semanas después de la aplicación del taller, se indagó nuevamente acerca del concepto y su aplicación en algunas situaciones concretas. A continuación se enuncian las actividades relacionadas con el análisis:

- Prueba inicial: preconceptos sobre el desarrollo y validación de las teorías científicas
- Taller : características de los fluidos
- Taller : Conceptos básicos: densidad, masa, volumen y peso
- Taller : La presión
- Taller: presión hidrostática
- Prueba inicial (verificación de la transformación conceptual)

VII.1. Prueba inicial (ver anexo1):

Su finalidad era identificar las diferentes concepciones de las estudiantes respecto a la construcción y evolución del conocimiento científico. Las categorías establecidas hacen referencia básicamente a cuatro aspectos:

a. Creencias sobre el objeto de estudio de la física, relacionada con la pregunta 1
b. Surgimiento de las teorías científicas, relacionada con la pregunta 2
c. Validación de las teorías científicas, relacionada con la pregunta 3

d. Mutabilidad del conocimiento científico, relacionadas con las preguntas 4 y 5

Para establecer las categorías respecto al **objeto de estudio de la física** se tomó como referente conceptual*, la física como disciplina que describe los fenómenos de la naturaleza a través de conceptos, principios, leyes y teorías utilizando como representación simbólica las matemáticas.* Para este se determinaron cuatro categorías:

Categoría 1:
En ésta se define como objeto de estudio de la física el movimiento, las fuerzas, aceleraciones, velocidades y la gravedad. A continuación se muestran algunos ejemplos que ilustran esta categoría:

"El objeto de estudio de la física es principalmente el movimiento y su ramas" $E_{15,\ 10\text{-}1}$[*]

"Dar explicación a los movimientos del universo" $E_{28,\ 10\text{-}1}$

"Es comprobar y determinar los movimientos, las velocidades y la gravedad de muchas cosas en la vida cotidiana" $E_{5,\ 10\text{-}3}$

"Estudiar el por qué, el cómo, el para qué existen los fenómenos como el movimiento, la fuerza, la gravedad, la velocidad, el por qué el tamaño es importante y a la vez determinante dentro de un conjunto" $E_{8,\ 10\text{-}3}$

Categoría 2
En esta se determina al universo o los fenómenos naturales como el objeto de estudio de la física. Las siguientes respuestas ilustran la categoría:

"Buscar explicaciones o respuestas del por qué se mueve, las propiedades del espacio o del tiempo, es como tratar de describir los fenómenos naturales" $E_{3,\ 10\text{-}3}$

"la física se encarga de estudiar todos los movimientos del universo y el por qué de estos, estudia la razón de las cosas en su forma natural por medio de teorías" $E_{11,\ 10\text{-}1}$

"los espacios, el universo, las fuerzas todo lo relacionado con el universo" $E_{20,\ 10\text{-}1}$

[*] Esta nomenclatura indica el número de la estudiante que respondió y su grupo, en este caso corresponde a la estudiante número 27 del grupo 10-3

Categoría 3:
Esta categoría tiene como idea común que los cuerpos son el objeto de estudio de la física. Se ilustra esta categoría en las siguientes respuestas:

"Estudia los objetos físicos, su estado, sus circunstancias, sus movimientos, por qué y cómo lo hacen, mediante qué, buscarle explicación a los objetos" $E_{13,\ 10\text{-}1}$

"las distintas propiedades que posee un objeto" $E_{2,\ 10\text{-}3}$

"Los objetos que se encuentran rodeando la Tierra, cosas que conforman el planeta" $E_{25,\ 10\text{-}1}$

"El movimiento, la energía, los cuerpos. Es la ciencia que estudia la interacción de la materia" $E_{24,\ 10\text{-}3}$

Categoría 4:
Se dice que la física estudia las propiedades de la energía, la materia, el tiempo y el espacio. En la mayoría de las respuestas no se abarcan todos estos conceptos, en general se centran en la energía y la materia, en ninguna se habla de los principios, las leyes y teorías que dan explicación a los fenómenos de la naturaleza. L*as siguientes respuestas ilustran esta categoría:*

"Es el objeto del estudio de las propiedades de la materia y la energía" $E_{19,\ 10\text{-}3}$

"Es comprobar y explicar los sucesos en el espacio y tiempo, tomando como base, magnitudes, tiempo, fuerza, entre otros" $E_{9,\ 10\text{-}1}$

Para analizar las respuestas relacionadas con **el surgimiento de las teorías científicas** se tomó como referente conceptual, *las teorías científicas como ideas que se van desarrollando y validando a través del tiempo, no surgen prodigiosamente de una persona y de manera instantánea, generalmente son producto de las interacciones sociales, de procesos históricos y siempre surgen de una pregunta o problema*. Teniendo en cuenta esta concepción se determinaron tres categorías:

Categoría 1:
Las teorías científicas surgen de una persona que espontáneamente tiene una idea brillante, la cual es aceptada y validada como teoría, se percibe un desconocimiento acerca de la forma en que las teorías se van construyendo y deja ver la confusión que existe entre la

definición de idea y de teoría. Son ejemplos de esta categoría las siguientes respuestas:

"Creo que surgen de las investigaciones que hacen personas intelectuales interesadas en un tema especifico, lo estudian mucho y lo comprueban de allí salen las teorías científicas" $E_{1,\ 10\text{-}3}$

"Creo que surgen de manera espontánea, cierta persona piensa, e investiga sobre la teoría que quiere publicar, demostrando el porqué y una solución de las cosas." $E_{13,\ 10\text{-}3}$

"Surgen desde cuando y donde los científicos, que crearon todas las fórmulas, como Newton que creó la ley de la inercia" $E_{32,\ 10\text{-}3}$

Categoría 2:
En esta se dice que las teorías surgen de preguntas, bien sea generadas por la observación de un fenómeno específico o generadas de manera espontánea. Las siguientes respuestas ilustran esta categoría:

"Las teorías científicas surgen a partir de las preguntas hechas por el hombre y dada la necesidad de descubrir buscan posibles respuestas" $E_{2,\ 10\text{-}3}$

*"Surgen por personas que se hacen la pregunta del porqué de algo y empiezan a investigar o estudiar sobre el tema y llegan a unas respuestas "teorías"" * $E_{26,\ 10\text{-}3}$

"Surgen por medio de preguntas que al ser respondidas y afirmadas una y otra vez se van convirtiendo en teorías" $E_{18,\ 10\text{-}1}$

Categoría 3:
En esta se presenta el surgimiento de las teorías científicas como el resultado de un proceso de investigación. Las siguientes respuestas ejemplifican la categoría

"Primero se debió formar un concepto y tener una idea para luego trabajar en ella y formar una conclusión valida comprobada por métodos" $E_{16,\ 10\text{-}1}$

"Surgen a través de un conocimiento o un descubrimiento, porque para poder que sea una teoría científica tiene que venir de algo estudiado y planeado" $E_{29,\ 10\text{-}1}$

Para analizar la posición de las estudiantes respecto a **la validación de las teorías** se tomó como referente conceptual que, *las teorías científicas son validadas por la misma comunidad científica, solo a través de procesos de investigación y discusión de resultados,* se identificaron dos categorías, como se presenta a continuación:

Categoría 1:
Enuncian que quien valida las teorías científicas son las personas que integran la comunidad científica, expertos o en el caso de la física los mismos físicos. Muchas de las respuestas afirman que la misma persona que formula la teoría, la valida. Se ejemplifica esta categoría en las siguientes respuestas:

> *"Ellos mismos al hacer experimentos y al comprobar que es cierto a través de procesos científicos"* $E_{17,\ 10\text{-}3}$

> *"Los científicos o quienes demuestran interés por las teorías científicas, los que quieren pensar y explorar más de las cosas que aun no tienen origen, una teoría en sí no es verdadera, ya que pueda haber diferentes opiniones sobre el tema "* $E_{21,\ 10\text{-}1}$

> *"El científico que inventó la teoría, la plantea, la argumenta y después de muchos estudios la sociedad y el resto de científicos son los que le dan la validez"* $E_{10,\ 10\text{-}1}$

Categoría 2:
Cada persona es quien valida los conocimientos científicos, afirmando que la utilización o aceptación de la gente del común es lo que determina como verdadera una teoría. Las siguientes respuestas ilustran esta categoría

> *"Depende de los argumentos y la confianza que tengamos en nosotras mismas, ya que la mayor validez la damos nosotras, el otro porcentaje los demás"* $E_{9,\ 10\text{-}3}$

> *"Nosotros mismos que al estudiar lo que el científico dice lo damos por verdadero, que en realidad si existe y es valido"* $E_{14,\ 10\text{-}3}$

Para establecer las categorías respecto a la **mutabilidad del conocimiento científico**, se tomará como referente conceptual *el que todas las teorías científicas son susceptibles a cambios, el conocimiento es dinámico y a través del tiempo se evidencia su evolución*. Se pueden diferenciar tres categorías:

Categoría 1:
Abarca las respuestas que insinúan evolución o transformación del conocimiento también se plantea la posibilidad de que una teoría pierda su validez en un momento determinado. Las siguientes respuestas nos dan una idea de esta categoría:

"Si cambian, porque a medida que va pasando el tiempo los conceptos se van ampliando y surgen nuevas investigaciones" $E_{24,\ 10\text{-}3}$

"No permanecen intactos, muchas teorías han surgido y las han desmentido, o luego alguien las retoma y las transforma mejorándolas." $E_{21,\ 10\text{-}1}$

"Si cambian, si se dan otros datos y conocimientos que lo hagan cambiar. Pero creo que llevaría mucho tiempo y mucha investigación" $E_{20,\ 10\text{-}1}$

Categoría 2:
Está relacionada con la idea de que el conocimiento es estático, las teorías ya aceptadas se tomarán como verdaderas para siempre y no existen razones para invalidar una teoría. Las siguientes repuestas ilustran esta categoría:

"Si se mantienen intactos, por que aquellos conceptos todavía siguen intactos ya que en el transcurso de la vida cotidiana se muestran o se dan a conocer" $E_{7,\ 10\text{-}1}$

"No se pueden invalidar, porque hay bastantes pruebas y explicaciones de las teorías científicas como para llegar a ser un día invalidas" $E_{24,\ 10\text{-}1}$

Categoría 3:
Se plantea idea que solo algunas teorías pueden cambiar o perder su validez. Se ilustra esta categoría en las siguientes respuestas:

"Algunos, los demás cambian, evolucionan y no sabemos que misterios hay escondidos en el universo que ayuden al cambio" $E_{9,\ 10\text{-}3}$

"Surgieron hace mucho tiempo a través de la historia como hay unos que se mantiene intactos como hay otros por los cuales el hombre comienza a estudiar o profundizar y a experimentar par

ver si pueden afirmar lo que quieren plantear y comenzar una polémica a través de las distintas opiniones y análisis" $E_{19, 10-3}$

Al revisar las respuestas dadas por las estudiantes, se encuentra que la gran parte de ellas corresponde a la idea que socialmente se ha construido, donde se otorga a la actividad científica y a quienes la realizan, características que están totalmente desligadas de la cotidianidad, lo que podría estar influyendo en la motivación hacia el aprendizaje de las ciencias, como se analizará en el siguiente capítulo.

VII.2. Taller: características de los fluidos (Ver anexo 2)

En este se pretendía revisar el estado inicial de las estudiantes frente al concepto: "fluidos", transformar las nociones equivocadas formalizando el concepto y elaborar la idea de fluidos como medios continuos, mediante el estudio de situaciones concretas y la discusión grupal. El análisis trata dos aspectos: las ideas previas relacionadas con el concepto de fluido y la actividad evaluativa con la que se trató de verificar la evolución conceptual en las estudiantes.

Respecto a la pregunta: **¿Cómo podríamos caracterizar los fluidos?** Se tomó como referente conceptual que, *los fluidos son líquidos o gases que se caracterizan porque la posición de sus moléculas puede cambiar de forma abrupta, debido a que existe entre estas poca fuerza de atracción, lo que hace que la distancia entre sus moléculas no sea constante. Además, a pesar de que este compuesto por moléculas, los fluidos se pueden estudiar como un medio continuo,* con base en las respuestas de las estudiantes se determinaron dos categorías.

Categoría 1
Las respuestas ubicadas en esta categoría relacionan los fluidos con algo que está y permanece en movimiento. Las siguientes afirmaciones ilustran este hecho:

"*Algo que se encuentra y se mantiene en movimiento que esta sometido a diversos cambios, que no se encuentra estático, puede ser: líquidos, pensamientos, sustancias ideas, etc" $E_{1, 10-3}$*

"Es algo en movimiento que tiene fuerza, lo encontramos dentro de un cuerpo, en el aire, en la naturaleza, tiene también una gran rapidez, constante movimiento, es una sustancia proceso de fuerza y de movimiento, circulación" $E_{8, 10-3}$

"Sustancia o cuerpo que fluye en un determinado cuerpo y en una determinada dirección" $E_{7,\ 10\text{-}1}$

Categoría 2

En esta se caracteriza a los fluidos como sustancias en estado líquido o gaseoso, aunque válida, aun no cumple totalmente con la concepción referenciada, en la mayoría de las respuesta se habla del movimiento como una particularidad. Las siguientes respuestas ejemplifican la categoría:

"Son elementos líquidos o gaseosos que siguen un transcurso continuo, hasta que algo los detenga" $E_{11,\ 10\text{-}1}$

"Los podemos caracterizar por ser sustancias líquidas o gaseosas que se transportan con una fuerza o con un empuje para estar siempre en constante movimiento" " $E_{15,\ 10\text{-}1}$

"Son sustancias líquidas o gaseosas que pueden cambiar de estado y siempre se mueven " $E_{7,\ 10\text{-}3}$

"Son gases y líquidos, como un proceso de movimiento y fuerza, ejemplo: cuando uno hace el proceso de la respiración y hay un proceso de movimiento del aire y la fuerza que se utiliza para este movimiento" $E_{2,\ 10\text{-}1}$

En la actividad para identificar la evolución conceptual, se pretendía analizar el efecto de la intervención pedagógica, para tal fin, dos semanas después de la discusión, se pidió a las estudiantes responder nuevamente ¿Cómo podríamos caracterizar los fluidos? Obteniendo una sola categoría en la que se describen los fluidos como líquidos o gases que pueden estar en movimiento o en equilibrio, y que sus moléculas cambian fácilmente de posición. Las siguientes respuestas ejemplifican esta categoría:

"Un fluido es una sustancia que puede estar en estado gaseoso o líquido y que al sufrir un movimiento sus partículas no pueden ser acomodadas igualmente, no vuelven al mismo sitio que estaban. En resumen es una sustancia que puede estar quieta o en movimiento pero que cuando algo hace que se desordenen las partículas no pueden volver a estar como antes" $E_{3,\ 10\text{-}3}$

"Los fluidos pueden estar en movimiento o estáticos. Se pueden estudiar molécula por molécula, pero no es necesario, es mejor estudiarlos como un todo. Los fluidos no se pueden reorganizar

igual molecularmente. Una persona no se puede bañar en el mismo río dos veces" $E_{11,\ 10\text{-}3}$

"Los fluidos son sustancias que se pueden estudiar como un medio continuo, tiene una fuerza de cohesión débil y al ser descompuesto ya no se organizan exactamente como estaba" $E_{3,\ 10\text{-}1}$

Es muy notoria la forma en que las ideas construidas a través del uso común de las palabras, aparecen como concepciones que explican los fenómenos físicos. En el caso particular de los fluidos, el movimiento representaba para la mayoría de las estudiantes la cualidad definitoria; aunque a través de la discusión y el análisis de algunas situaciones se pueden llegar a modificar estas ideas previas, el uso tan generalizado de ciertos términos implica un mayor grado de dificultad para la evolución conceptual, como se verá en el análisis de resultados.

VII.3. Taller sobre conceptos básicos: densidad, masa y peso (Ver anexos 3 y 4)

El taller sobre conceptos básicos inició con una actividad de diagnóstico, cuya finalidad era establecer los conocimientos que tenían las estudiantes acerca de algunos conceptos básicos, necesarios para la comprensión del comportamiento de los fluidos, como son la masa, la densidad, y el volumen, además del concepto peso. Luego de identificarlos se desarrollaron una serie de actividades prácticas y análisis de situaciones, que mediante la puesta en común pretendían aclarar estos conceptos, propiciando su aprendizaje significativo. A continuación se describen los resultados hallados en la prueba de diagnóstico.

Para el análisis del concepto de **masa** se tomó como referente conceptual, *la masa como una propiedad intrínseca de los cuerpos, que es medible*. Se determinaron así 3 categorías.

Categoría 1:
La masa es interpretada como, la cantidad de materia que posee un cuerpo, los siguientes son ejemplos de la categoría:

"Cantidad de materia que nunca varía" $E_{5,\ 10\text{-}1}$

"Cantidad de materia que tiene un cuerpo" $E_{13,\ 10\text{-}3}$

"Es la materia de una sustancia, es una propiedad que no tiene dirección" $E_{8,\ 10\text{-}1}$

"Es el peso que tiene un cuerpo, cantidad de materia, la masa de Manuela es 50 kg" $E_{18,\ 10\text{-}3}$

Categoría 2:
Se define a la masa como una propiedad relacionada con el espacio que ocupa un cuerpo. Las siguientes respuestas ilustran la categoría:

"Es el espacio que ocupa un cuerpo, que tiene determinado peso y densidad" $E_{10,\ 10\text{-}1}$

"Es una propiedad de los cuerpos que se utiliza en los sólidos y en los líquidos para determinar el espacio que ocupa un cuerpo" $E_{5,10\text{-}3}$

"Es una propiedad que se puede medir el espacio a diferentes clases de sustancias" $E_{2,10\text{-}1}$

Categoría 3:
Se define la masa como, una propiedad que mide la cantidad de un cuerpo, cabe anotar que en ninguna de estas respuestas se expresa qué es lo que se cuantifica. Los siguientes enunciados ejemplifican este hecho:

"Cantidad de un cuerpo u objeto" $E_{1,\ 10\text{-}3}$

"Cantidad de un cuerpo que se puede medir en gramos, kilogramos" $E_{4,\ 10\text{-}3}$

"Es la propiedad que mide la cantidad de un objeto" $E_{9,\ 10\text{-}3}$

Para el análisis del concepto **densidad**, se tuvo en cuenta la relación que existe entre la densidad, la masa y el volumen, asumiendo como referente conceptual que, *la densidad es una propiedad característica de la materia que relaciona la masa y el volumen, ya que nos permite identificar distintas sustancias. Encontramos dos tipos de densidad, la absoluta que es la relación entre la masa de un cuerpo y su volumen y la relativa o aparente que expresa la relación entre la densidad de una sustancia y una densidad de referencia*. Se determinaron para este concepto 3 categorías

Categoría 1:
Se define la densidad como una propiedad que relaciona la masa y el volumen, algunas estudiantes presentan la definición en términos del simbolismo matemático ($\rho = \frac{m}{v}$). Las siguientes respuestas ejemplifican la categoría:

> *"Es un determinado número de masa ocupado en un determinado número de volumen, relación entre masa y volumen que se expresa en* $\frac{g}{ml}$ *o* $\frac{g}{cm^3}$*"* $E_{8,\ 10\text{-}3}$

> *"Propiedad que se halla dividiendo la masa sobre el volumen"* $E_{8,\ 10\text{-}1}$

> *"Es una propiedad que relaciona la masa con el volumen"* $E_{9,\ 10\text{-}1}$

> *"Es* $\frac{m}{v}$*. Es una fuerza y cantidad que ocupa un cuerpo"* $E_{16,\ 10\text{-}3}$

Categoría 2:
Se describe la densidad como una propiedad que se relaciona con el peso específico de un cuerpo, en los enunciados que se presentan a continuación se ilustra la situación:

> "Es el peso o la masa que hay en un volumen determinado" $E_{12,\ 10\text{-}3}$

> "Es el porcentaje que determina la interacción de los átomos por su peso" $E_{15,\ 10\text{-}1}$
> *"Es la fuerza que aplica la naturaleza en un cuerpo que ocupa un determinado espacio"* $E_{5,\ 10\text{-}3}$

Categoría 3:
Se define la densidad como el espacio que ocupa un cuerpo, esta categoría se ejemplifica en las siguientes respuestas:

> *"Densidad es la extensión del cuerpo"* $E_{10,\ 10\text{-}3}$

> *"Densidad es el espacio que ocupa un objeto"* $E_{2,\ 10\text{-}1}$

> *"Volumen o cantidad que posee dicha sustancia"* $E_{3,\ 10\text{-}3}$

Para realizar el análisis del concepto **peso** se tomó como referente conceptual que, *el peso es una cantidad vectorial que especifica la medida de la fuerza que ejerce la Tierra sobre un cuerpo determinado*. Para los enunciados dados por las estudiantes se determinaron tres categorías.

Categoría 1:
En las respuestas pertenecientes a la categoría se enuncia una relación con el concepto de fuerza, además de describir la dependencia entre la fuerza gravitacional y el peso, las siguientes respuestas ilustran la categoría:

> *"El peso de los cuerpos depende de la gravedad y fuerza de atracción de los planetas"* $E_{1,\ 10\text{-}3}$
>
> *"Las fuerzas que se ejercen sobre un cuerpo en relación a su masa"* $E_{14,\ 10\text{-}1}$
>
> *"A diferencia de la masa el cuerpo si varía. Es un volumen determinado por la gravedad"* $E_{18,\ 10\text{-}1}$
>
> *"Es el volumen que mide un objeto o sustancia y que puede variar según la gravedad que haya en dicho espacio"* $E_{9,\ 10\text{-}1}$

Categoría 2:
Las respuestas ubicadas en esta categoría relacionan el peso con el volumen, definiéndolo como el espacio o lugar que ocupa un objeto. Las siguientes afirmaciones ilustran este hecho:

> *"Es el lugar que el objeto está ocupando. Este también puede hallar el peso de un cuerpo en cualquier planeta"* $E_{2,\ 10\text{-}3}$
>
> *"A diferencia de la masa el cuerpo si varía. Es un volumen determinado por la gravedad"* $E_{18,\ 10\text{-}1}$

"Volumen de un cuerpo, determinado por la gravedad del espacio" $E_{1,\ 10\text{-}1}$

"Es el espacio de que ocupa un cuerpo, es como la cantidad de materia" $E_{16,\ 10\text{-}1}$

Categoría 3:
En las respuestas relacionadas con la categoría no se hace diferenciación entre los conceptos masa y peso, se define el peso como la cantidad de materia, como se evidencia en las siguientes respuestas:

"Cantidad de masa de una sustancia o de un cuerpo" $E_{12,\ 10\text{-}1}$

"Es la medida de la materia que determina si un cuerpo es muy liviano o muy pesado" $E_{5,\ 10\text{-}1}$

En la **actividad evaluativa** se pretendía analizar la incidencia del taller, en las creencias de las estudiantes, respecto a los conceptos de peso, masa, densidad y la relación entre las dos últimas y el volumen. Esta evaluación se desarrolló dos semanas después de realizado el taller

Para agrupar las respuestas relacionadas con la **masa** se determinaron dos categorías, en **la primera categoría** se enuncia la masa como una propiedad de los cuerpos, que asigna una medida a la cantidad de materia de estos. Las siguientes respuestas ilustran este hecho:

"Es la cantidad de materia que posee un cuerpo es medible y es un escalar" $E_{33,\ 10\text{-}3}$

"la masa es una propiedad de la materia, esta no cambia a menos de que el cuerpo pierda una parte y se puede medir" $E_{28,\ 10\text{-}3}$

"Es una propiedad de los cuerpos. Ejemplo: tenemos dos recipientes con la misma cantidad de agua y del mismo tamaño, pero en uno se echa una piedra y en otro no, hay uno con más masa que el otro" $E_{5,\ 10\text{-}1}$

La **segunda categoría** corresponde a la afirmación que una de las estudiantes hizo respecto este concepto, en ella se relaciona la masa con el espacio ocupado por un cuerpo. La afirmación de la estudiante es la que se anota a continuación:

"Es la cantidad de espacio que ocupa un objeto" $E_{21,\ 10\text{-}3}$

Para el concepto de **densidad** se establecieron dos categorías, en la **primera categoría** se describe a la densidad como, una propiedad de la materia que establece relaciones de proporcionalidad entre la masa de un cuerpo y su volumen, las siguientes repuestas ilustran esta idea:

"Propiedad que relaciona la masa de un cuerpo con el espacio ocupado. Algunas de sus unidades son g/ml, g/cm^3" $E_{13,\ 10\text{-}1}$

"la densidad es una propiedad medible que relaciona la masa y el volumen de un cuerpo" $E_{33,\ 10\text{-}3}$

"El concepto densidad hace referencia como la propiedad de la materia que establece la relación entre la masa y el volumen. Entre más masa más densidad en un mismo volumen, entre menos masa menos densidad en el mismo volumen" $E_{30,\ 10\text{-}3}$

La **segunda categoría** corresponde a la respuesta de una de las estudiantes, en donde se define la densidad como:

"la materia que contiene un objeto" $E_{21,\ 10\text{-}3}$

Para el concepto **peso** solo se estableció **una categoría** en la que se concibe como, una fuerza que experimentan los cuerpos debido a la interacción con la Tierra. Las siguientes afirmaciones ejemplifican esta idea:

"Es la fuerza que actúa sobre una masa, por la acción de la fuerza de gravedad de la Tierra y en los demás planetas también sucede, en unos uno es más pesado en otros más liviano, pero la masa no cambia" $E_{4,\ 10\text{-}3}$

"Es una fuerza, un vector que depende de la gravedad y la masa, cambia si me voy para otro planeta o cuerpo con otra masa. Por ejemplo mi peso en la Luna es menor que en la Tierra" $E_{17,\ 10\text{-}3}$

"El peso varía según la gravedad del planeta, es proporcional a la masa de un cuerpo y a la gravedad" $E_{7,\ 10\text{-}1}$

Al observar las ideas previas plasmadas en las respuestas de las estudiantes, se evidencia poca claridad con relación a los conceptos de masa, peso, densidad y volumen, en general los confunden entre sí y se nota como recurren al lenguaje común para definirlos, ejemplo de esto es la confusión presente en las nociones relacionadas con la masa y el peso. Es así como se identifica la necesidad de elaborar estrategias, que conduzcan a las estudiantes a tomar una actitud más crítica frente a la forma en que comúnmente se emplean los términos físicos y su significado dentro del contexto de las ciencias.

VII.4. Taller: sobre el concepto presión (Ver anexo 5 y 6)

El objetivo de este taller era establecer las ideas previas que las estudiantes tenían respecto al concepto de presión, y mediante el

estudio de situaciones concretas, la discusión y elaboración grupal, transformar las nociones equivocadas y propiciar la apropiación del concepto y su aplicación en el estudio de diferentes situaciones físicas. El análisis consta de dos partes: la primera corresponde a las nociones previas y la segunda a las respuestas dadas después de finalizar el taller, en las cuales se identifican los aprendizajes nuevos.

Para realizar el análisis de las ideas previas que tienen las estudiantes se tomó como referente teórico el concepto de **presión** como, *una cantidad escalar que corresponde al cociente entre magnitud de la fuerza normal a la superficie del fluido y la superficie en contacto con este.* Teniendo en cuenta esta definición y las respuestas de las estudiantes se determinaron tres categorías.

Categoría 1
Corresponde a las respuestas que definen la presión como una fuerza. Las siguientes respuestas ilustran la categoría:

"Es una fuerza que hace que algo se detenga o que simplemente cambie" $E_{19,\ 10\text{-}1}$

"Yo entiendo como presión cuando una sustancia está comprimida, es una fuerza que se ejerce en todos los cuerpos" $E_{10,\ 10\text{-}3}$

"Es como una fuerza que atrae algún cuerpo haciéndolo más pesado" $E_{11,\ 10\text{-}3}$

Categoría 2
Las respuestas ubicadas en esta categoría relacionan la presión con la velocidad en un fluido, como se ve en las siguientes afirmaciones:

"Es la velocidad de un fluido. Es una propiedad de los fluidos" $E_{5,\ 10\text{-}1}$

"Podría ser la velocidad de un fluido" $E_{21,\ 10\text{-}1}$

"Es una propiedad que mide la velocidad de los fluidos" $E_{22,\ 10\text{-}1}$

Categoría 3
Las respuestas ubicadas en esta categoría hacen relación al aire o atmósfera, particularizan la presión a un único fenómeno. Así lo expresan las siguientes reapuestas.

"Es la que se da dependiendo del aire que se recibió" $E_{22,\ 10\text{-}3}$

"Es la que ejerce el aire de la atmósfera sobre mí" $E_{26,\ 10\text{-}3}$

Frente a la **actividad para identificar los avances** cognitivos con relación al concepto de presión, las respuestas se ubicaron todas en una misma categoría, solo hubo una estudiante que no respondió las preguntas planteadas. En general caracterizan la presión como, una cantidad que depende de la fuerza que se ejerce sobre la superficie de un cuerpo y la medida de dicha superficie. Por lo que se asume una sola categoría como lo muestran las siguientes afirmaciones:

> *"La presión es una cantidad física directamente proporcional con la fuerza que se aplica al cuerpo e inversamente proporcional con el área en contacto con la fuerza"* $E_{8,\ 10\text{-}1}$
>
> *"Hay una relación de proporcionalidad entre el área sobre la que se hace presión y la presión, es de proporcionalidad inversa, y entre la fuerza aplicada y la presión es directa. La fuerza que produce la presión es perpendicular al área"* $E_{10,\ 10\text{-}3}$
>
> *"Cuando hay menor área de contacto se ejerce una presión mayor al aplicar una fuerza"*

Es importante anotar que en las ideas previas de las estudiantes es muy marcada la tendencia a definir la presión como una fuerza, y aunque algunas de ellas relacionan la presión con velocidad de un fluido, ambas concepciones dejan ver a las experiencias cotidianas como el recurso empleado para definir dicho concepto, asunto que se analizará con más detenimiento en el siguiente capítulo.

VII.5. Taller: sobre el concepto presión hidrostática (Ver anexo 7)

El taller tenía como objetivo propiciar en las estudiantes aprendizaje significativo relacionado con la presión hidrostática y las variables que intervienen en ella. Como material de análisis se tomó inicialmente la pregunta de diagnóstico, la cual ayuda a identificar el estado inicial para el aprendizaje y posteriormente se hizo el análisis de la actividad evaluativa, la cual da una idea de los avances cognitivos alcanzados. Es de anotar que antes de la actividad evaluativa se estudiaron situaciones concretas, las cuales se discutieron en el grupo.

Inicialmente las estudiantes respondieron la pregunta ¿Cuáles crees que son las variables que intervienen en la presión que experimenta un cuerpo sumergido en un fluido en equilibrio? Para realizar el análisis de las ideas relacionadas con esta pregunta se tomó como

referente teórico la idea de presión hidrostática como, *la fuerza por unidad de área que ejerce un fluido en reposo sobre las paredes del recipiente que lo contiene y sobre cualquier cuerpo que se encuentre sumergido, como esta presión se debe al peso del líquido, esta presión depende de la densidad(ρ), la gravedad (g) y la profundidad (h) del lugar donde medimos la presión (P):* $P = \rho gh$. Se determinaron así cinco categorías para las repuestas relacionadas con esta pregunta.

Categoría 1:
Las respuestas ubicadas en esta categoría afirman que la presión que experimenta un cuerpo sumergido en un fluido en equilibrio depende de la fuerza que ejerce el fluido sobre el cuerpo, en algunas de las respuestas se particulariza hablando del peso o haciendo alusión a la gravedad. Se ilustra esta categoría en las siguientes respuestas:

"Depende de las fuerzas ocasionadas en distintas direcciones sobre el cuerpo" $E_{5,\ 10\text{-}3}$

"Depende de la diferencias de gravedad en cada planeta" $E_{9,\ 10\text{-}1}$

"Depende de la fuerza o peso que aplique sobre el cuerpo" $E_{4,\ 10\text{-}1}$

Categoría 2
En esta se afirma que la presión hidrostática no solo depende de la fuerza que ejerce el fluido sobre el cuerpo, sino que involucra otras variables como la densidad y la posición relativa del cuerpo sumergido, como se ve en las siguientes respuestas:

> *"Depende de la clase de fluido y la atmósfera donde se encuentre, creo que también del peso y la densidad del fluido"* $E_{15,\ 10\text{-}1}$
>
> *"Depende del lugar en el que se encuentre ubicado y del peso que poseen dichos fluidos y sustancias sobre las que se encuentran reposando"* $E_{3,\ 10\text{-}3}$
>
> *"Depende del estado físico en el que se encuentra el objeto, densidad y peso"* $E_{4,\ 10\text{-}3}$

Categoría 3
En esta se afirma que la presión que experimenta el cuerpo sumergido depende de su posición dentro del fluido en el cual se encuentra sumergido. Así se nota en las respuestas que se muestran a continuación:

"Depende de la posición en que nos encontremos. Ejemplo: en el mar mientras más hondo más peso, más presión, en el aire entre más alto menos presión. También depende del peso del fluido" $E_{19,10\text{-}1}$

"Depende de la profundidad" $E_{21,\ 10\text{-}1}$

"Depende de la altura" $E_{22,\ 10\text{-}1}$

"Depende de la distancia que hay entre el fluido y la superficie" $E_{30,\ 10\text{-}3}$

Categoría 4

En esta se dice que la presión experimentada en el fluido depende de su temperatura, la posición del objeto dentro del fluido y de la densidad. Como se ve en las siguientes afirmaciones:

"Depende de la masa del fluido, el estado del fluido, la altitud y temperatura" $E_{2,\ 10\text{-}1}$

"Depende de la temperatura del fluido o de la profundidad en la que se encuentra el cuerpo" $E_{10,\ 10\text{-}1}$

"Depende de la densidad, temperatura y de la distancia que se encuentre entre el cuerpo" $E_{28,\ 10\text{-}1}$

"Depende de la cantidad de materia presente y de la posición en la que está el cuerpo dentro del fluido" $E_{19,\ 10\text{-}3}$

Categoría 5

Se limita el concepto de presión, solo a la ejercida por la atmósfera, en las respuestas se afirma que depende de la altura respecto al nivel del mar o del clima del lugar. Así se nota en las siguientes respuestas:

"Depende sobre que nivel del mar está o el clima $E_{1,\ 10\text{-}1}$

"Depende del clima, al que se acostumbra, por eso cuando se cambia de esté puede ocurrir varios cambios o síntomas" $E_{26,\ 10\text{-}1}$

"Depende del suelo del aire y de las condiciones del ambiente" $E_{8,\ 10\text{-}3}$

En la **actividad para identificar los avances** conceptuales se obtuvo una categoría al definir las variables que intervienen en la

presión que experimenta un cuerpo sumergido en un fluido en reposo. En ella se describen la ubicación del cuerpo sumergido dentro del fluido, la densidad del fluido y la gravedad, como los elementos que se deben tener en cuenta para determinar cuál es la presión hidrostática ejercida, es importante anotar que algunas de las estudiantes no hacen alusión a la gravedad, sino al peso del fluido. Las siguientes respuestas ejemplifican este hecho:

> *"La presión que ejerce un fluido en un cuerpo hundido en él, depende de la profundidad a la que se encuentre, entre más profundo más presión, también de la gravedad, entre más grande la gravedad del planeta más pesa el fluido y hay más presión sobre el objeto y de la densidad del fluido"* $E_{1,\ 10\text{-}1}$

> *"la presión que puede sentir un objeto sumergido en un fluido estático, como en una piscina por ejemplo, tiene que ver con la profundidad a la que se encuentre un objeto, la densidad del fluido y el peso del fluido, el fluido hace la presión hacia dentro del objeto y hacia fuera en las paredes de lo que lo contiene"* $E_{9,\ 10\text{-}1}$

VII.6. Segunda aplicación de la prueba inicial (Ver anexo 1)

Esta prueba tenía como objetivo constatar las transformaciones conceptuales en las estudiantes, al finalizar las intervenciones de aula propuestas en el proyecto. Se asumieron los mismos referentes conceptuales planteados para el análisis de la prueba inicial, la cuál examinaba las concepciones de las estudiantes respecto al desarrollo y validación de las teorías científicas.

Para cada uno de los aspectos analizados se determinaron categorías teniendo en cuenta las respuestas de las estudiantes, así:

Con relación al **objeto de estudio de la física,** se evidenciaron dos categorías, en **la primera categoría** se enuncia como objeto de estudio a la naturaleza o el universo, los cambios o fenómenos que se pueden observar en estos. Lo ejemplifican las siguientes respuestas:

> *"Estudia todos los cambios que se producen en un cuerpo o en la naturaleza"* $E_{7,\ 10\text{-}3}$

> *"Las propiedades de los cuerpos, el movimiento, fuerzas, en general los fenómenos de la naturaleza"* $E_{24,\ 10\text{-}3}$

> *"Estudia los fenómenos que ocurren en el universo, los cambios que ocurren en él"* $E_{9,\ 10\text{-}1}$

La **segunda categoría** corresponde a las respuestas en las que además de enunciar a la naturaleza o el universo como objeto de estudio también se mencionan las leyes, teorías o principios que explican los fenómenos. En las siguientes respuestas se ilustra esta idea:

"Es el estudio de lo cotidiano con sus leyes y principios" $E_{5,\ 10\text{-}1}$

"Todo lo que esta contenido en el universo, todos esos fenómenos naturales y cotidianos reuniendo todo esto en teorías y conceptos" $E_{8,\ 10\text{-}1}$

"Los fenómenos de universo, sus leyes, sus causas y consecuencias" $E_{20,\ 10\text{-}1}$

"La naturaleza con sus leyes, teorías y diversos conceptos que explican los fenómenos" $E_{25,\ 10\text{-}1}$

Con relación **al surgimiento de las teorías científicas** identificó una sola categoría, en la cual se plantea que todo parte de una idea o pregunta, la cual trata de ser respondida mediante un proceso de investigación en el que generalmente intervienen diferentes personas de la comunidad científica. Lo que se puede evidenciar en las siguientes respuestas:

"Con las leyes principios y teorías que explican el universo los científicos comprueban una nueva idea que se convierte o no en teoría" $E_{2,\ 10\text{-}1}$

"Surgen como ideas que se tiene que plantear y ser evaluadas por científicos, para que se pueda decir que es verdadera o falsa, es decir, si esta o no comprobada" $E_{13,\ 10\text{-}1}$

"Surge a partir de una pregunta que se intenta solucionar por medio de teorías que requieren estudios, investigaciones, exploración, todo esto es llevado y abalado por los científicos, comprobado y verificado" $E_{19,\ 10\text{-}1}$

"Por ideas que son planteadas y a veces replanteadas, pero que los científicos han comprobado a través del tiempo" $E_{23,\ 10\text{-}3}$

Frente a la pregunta **¿Quién crees que le da validez a una teoría científica?** Se obtuvo **una categoría**, en la que se afirma que es la comunidad científica quien determina si una teoría científica es correcta o no. Como se puede apreciar en las siguientes respuestas:

"Científicos especializados en el campo al que pertenece la teoría" $E_{9,\ 10\text{-}1}$

"Las teorías científicas las aceptan como verdaderas (válidas) el cuerpo o conjunto de científicos" $E_{14,\ 10\text{-}1}$

"Las personas que tienen el entendimiento para afirmar, negar y argumentar, los científicos" $E_{16,\ 10\text{-}3}$

"Los grandes pensadores de cada momento histórico, los científicos actuales reconocidos mundialmente" $E_{19,\ 10\text{-}3}$

Para determinar las categorías relacionadas con **la transformación del conocimiento** se analizaron las respuestas dadas a las preguntas cuatro y cinco de la prueba inicial (anexo 1), las cuales se clasificaron en dos categorías.

En la **primera categoría** se enuncia, que las teorías son susceptibles a transformaciones, ya sea que se les aporte nueva información o que pierdan su validez en el contexto de las ciencias. Así se observa en las siguientes afirmaciones:

"Depende, las que cumplan con las leyes de la naturaleza seguramente continuaran siendo verdadera, otras cambiaran o perderán validez" $E_{12,\ 10\text{-}1}$

"Algunas teorías que han surgido, han sido replanteadas cambiando o mejorando" $E_{23,\ 10\text{-}1}$

"Muchos conceptos físicos han tenido transformaciones, por que a través del tiempo la tecnología ha aumentado, el conocimiento a avanzado, descubriendo nuevas cosas" $E_{19,\ 10\text{-}3}$

"El estudio que puedan hacer acerca de la teoría puede determinar errores o simplemente ser verdadera" $E_{13,\ 10\text{-}3}$

En la **segunda categoría** se ubican tres estudiantes, las cuales afirman que las teorías que ya han sido validadas en algún momento no pueden ser modificadas posteriormente, como se puede evidenciar en sus respuestas:

"Lo que nos enseñan es desde hace mucho tiempo y hasta el día de hoy no ha cambiado y si la teoría fue aprobada es por que es así" $E_{21,\ 10\text{-}3}$

"No porque si fue validada no se puede sacar ya del contexto, ya que la comunidad científica ya empezó a trabajar con este concepto y es el nos han enseñado siempre" $E_{6,\ 10\text{-}1}$

"No ya que han sido muy estudiadas y tuvieron que comprobarlas para poder afirmar las teorías" $E_{13,\ 10\text{-}1}$

Es de anotar que el número de categorías que se obtuvo para la segunda aplicación de esta prueba es menor que las resultantes al aplicar la misma prueba antes de las intervenciones de aula, además la mayoría de ellas son acertadas con relación a los referentes conceptuales que se asumieron para cada tópico, como se mostrará en el análisis de los resultados.

CAPITULO VIII

Análisis de resultados

VIII.1. La prueba inicial: preconceptos sobre el desarrollo y validación de las teorías científicas

Con relación al **objeto de estudio de la física** se aprecian muy diversas respuestas, lo que se puede interpretar como falta de claridad conceptual al respecto; sin embargo, muchas de las respuestas están permeadas por el proceso de instrucción en física, que han tenido en el transcurso del año. Así se aprecia en la tabla 1:

Categoría 1	**Categoría 2**	**Categoría 3**	**Categoría 4**	**No respondió**
El movimiento, las fuerzas, aceleraciones, velocidades y la gravedad	El universo o los fenómenos naturales	los cuerpos u objetos	Las propiedades de la energía, la materia, el tiempo y el espacio	3.1%
41.5%	21.5%	18.5%	15.4%	

Tabla 1: Distribución porcentual de las respuestas de las estudiantes de las categorías relacionadas con el objeto de estudio de la física

Es evidente la aparición de la experiencia básica como obstáculo epistemológico, la mayoría de las estudiantes se ha formado una idea particular, generada y fortalecida por las clases de física anteriores a esta intervención pedagógica, muchas de las respuestas están relacionadas con la cinemática y la dinámica, siendo estos los únicos temas que han abarcado en el curso. Ejemplifica la idea en las siguientes respuestas:

> *"El objeto de estudio de la física son las ciencias del estudio del movimiento y la fuerza de un cuerpo determinado"* $E_{27,\ 10\text{-}3}$

> *"El por qué del movimiento de las cosas teniendo en cuenta su masa, gravedad y su fuerza"* $E_{13,\ 10\text{-}3}$

En la categoría dos, la más cercana con el referente conceptual, se observa un porcentaje de respuestas ligeramente mayor a las categorías 3 y 4; sin embargo, en las tres se ven concepciones muy generales, en la categoría 2 se refieren al objeto de estudio de la física, como los fenómenos de la naturaleza o del universo, ninguna menciona las leyes, principios o teorías que los describen. En la categoría tres se determina que el objeto de estudio son las "cosas", sin hacer ninguna aclaración respecto a las características o particularidades de estas, vemos en ambas se utilizan generalizaciones demasiado amplias, las siguientes respuestas ilustra esta idea:

> *"La física nos ayuda ha definir todo sobre la naturaleza"* $E_{32,\ 10\text{-}3}$

> *"Los objetos que se encuentran rodeando la Tierra, cosas que conforman el planeta"* $E_{25,\ 10\text{-}1}$

En ambos ejemplos se hace evidente el obstáculo epistemológico del conocimiento general, se nota como en las diferentes respuestas de estas categoría se dejan a un lado detalles importantes que dotan de sentido al concepto y dando cabida a interpretaciones erróneas, tomando como ejemplo a la estudiante E_{32}, se podría pensar que la física se encarga de estudiar la naturaleza desde el ámbito biológico, químico, geológico, es decir, se amplía tanto el enunciado que se sale del campo real del esta disciplina.

En la categoría 4 se presenta como objeto de estudio de la física, las propiedades la energía, la materia, el tiempo y el espacio, aunque esta idea es correcta, solo una de las estudiantes incluyó todos estos conceptos, las demás mencionaban solo algunos, a demás se puede anotar que se presenta confusión respecto a estos conceptos, como lo indica la respuesta de la estudiante $E_{21,\ 10\text{-}3}$:

> *"Son las ciencias naturales, la física estudia la materia y la energía, también estudia los cuerpos"* $E_{21,\ 10\text{-}3}$

> *"Es estudiar la materia, lo relacionado con medidas, los cuerpos, existen dos tipos de física factuales y naturales"* $E_{29,\ 10\text{-}1}$

En relación con **el surgimiento de las teorías científicas** se deduce que las estudiantes no tienen muy clara la forma en que se crean y se desarrollan, las respuestas son variadas y confusas. Se notan tres categorías, como lo ilustra la tabla 2:

Categoría 1	**Categoría 2**	**Categoría 3**	**No respondió**
Surge de una persona que espontáneamente tiene una idea brillante	Surgen de preguntas	Surgen como el resultado de un proceso de investigación	0%
41.5%	36.9%	21.5%	

Tabla 2: Distribución porcentual de las respuestas de las estudiantes de las categorías relacionadas con el surgimiento de las teorías científicas

En la categoría 1 aparece nuevamente el obstáculo de la experiencia básica, puede ser producto de la idea generalizada en nuestra cultura de que el entendimiento de los fenómenos de la naturaleza solo es tarea de algunos privilegiados. Las estudiantes escuchan en los medios de comunicación mensajes como el excepcional cerebro de Einstein o la genialidad de Da Vinci y por puro sentido común los excluye de la gente "normal", excluyéndose así mismas de poder comprender estos conocimientos y excusando con esta idea su bajo desempeño, la cual generalmente es respaldada por la sociedad. También se puede inferir que para muchas estudiantes todas las teorías científicas fueron formuladas hace cientos de años, seguramente es producto de las asociaciones que hacen frente a los conocimientos que se imparten en las escuelas, pues es muy poca o nula la información que se da respecto a los avances y teorías modernas o contemporáneas, la enseñanza de la física en secundaría se limita a la física clásica y de ella generalmente, solo se puede cubrir una parte muy pequeña de los programas propuestos. Podemos evidenciar esta idea en las siguientes respuestas:

> *"A través de la historia han existido personas con cierta capacidad intelectual, que se han preguntado, han dudado, han experimentado y han descubierto cosas"* $E_{21,\ 10\text{-}1}$

> *"Por científicos de hace miles de años que por curiosidad las fueron descubriendo"* $E_{20,\ 10\text{-}1}$

Otro aspecto interesante es la confusión que se nota entre lo que es una idea y una teoría, no hay claridad acerca de los conceptos, se percibe en las respuestas el uso indiscriminado de los términos, sin tener en cuenta la rigurosidad implícita en la formulación de una teoría. Las siguientes respuestas nos dan una idea al respecto:

"Surgen a través de preguntas que se hace determinado personaje y ya las respuestas que plantean son las teorías" $E_{22,\ 10\text{-}3}$

"Con ideas que cada uno de los físicos deja y descubren después de su muerte o después de haber logrado algo" $E_{10,\ 10\text{-}3}$

La categorías 2 y 3, son muy cercanas a la concepción más aceptada, este grupo de estudiantes presenta una idea correcta con relación a la pregunta; sin embargo, mediante la discusión en el taller, se hace evidente que eliminan cualquier tipo de proceso de construcción y evolución histórica en el desarrollo de dicha teoría, muchas de las respuestas se limitan a los procesos relacionados con el método científico, que aunque tienen todo que ver, no siempre terminan en la formulación de una teoría. Se ejemplifica en las siguientes respuestas:

"Surgen mediante un acontecimiento natural, estos acontecimientos son observados por personas, quienes a partir de estos se interesan al modo de saber porqué suceden" $E_{19,\ 10\text{-}3}$

"De las preguntas, la curiosidad, viendo más allá de las cosas" $E_{24,\ 10\text{-}3}$

"alguien investiga, observa y saca varias síntesis sobre esto" $E_{8,\ 10\text{-}1}$

Teniendo en cuenta las respuestas relacionadas con **la validación de las teorías** se evidencia una fuerte tendencia hacia la idea que son validadas por la misma comunidad científica, se ve como la categoría 1 abarca un porcentaje significativamente mayor de respuestas, lo que indica que hay cierto grado de claridad al respecto. Como se ve en la tabla 3:

Categoría 1	**Categoría 2**	**No respondió**
Son validadas por los científicos o por quien enuncia la teoría	Por nosotros mismos, estudiantes y profesores	1.5%
75.4%	23.1%	

Tabla 3: Distribución porcentual de las respuestas de las estudiantes de las categorías relacionadas con la validación de las teorías científicas

Si bien es cierto que es la comunidad científica quien valida las teorías, se nota confusión en algunas estudiantes, aparece otra vez el conocimiento adquirido a través de la observación y las vivencias

cotidianas como obstáculo epistemológico, muchas de las respuestas afirman que quien enuncia la teoría es también es quien la valida, seguramente esta idea se refuerza con la creencia de superioridad intelectual, que se otorga culturalmente a los científicos. Se percibe la idea de una validación de laboratorio, como procesos a corto plazo y sin discusión entre pares. Los enunciados de las siguientes respuestas expresan esta idea:

> *"La persona que la realizo, que hizo los procesos y las investigaciones y pudo comprobar que la teoría es cierta"* $E_{13,\ 10\text{-}1}$

> *"Primero quien la debe aceptar como teoría es quien la creo y después el resto de la gente"* $E_{15,\ 10\text{-}1}$

Respecto a la categoría 2, aunque constituye una minoría de las respuestas, deja ver en las estudiantes la presencia del obstáculo verbal, las ideas plasmadas se refieren a un uso común de la expresión validación, sin tomar en cuenta la rigurosidad que implica una teoría científica, asumen este concepto como la aceptación o no de una idea cualquiera, también se percibe que por el simple hecho de analizar someramente una ley, principio o teoría, en el transcurso de una clase, se consideran con la facultad de validar o no una teoría, en el sentido más riguroso de este término.

> *"Cada persona es dueña de sus ideas por lo tanto cada cual acepta o desmiente las teorías"* $E_{30,\ 10\text{-}1}$

> *"Le damos validez nosotros los estudiantes o profesores que todavía siguen trabajando el tema"* $E_{32,\ 10\text{-}3}$

En cuanto a **la mutabilidad del conocimiento**, aunque la mayoría se inclina por la categoría 1, se evidencia un porcentaje significativo de estudiantes que considera la durabilidad en el tiempo.

Categoría 1	**Categoría 2**	**Categoría 3**	**No respondió**
Las teorías científicas pueden cambiar con el tiempo	Las teorías científicas no podrán ser modificadas nunca	Solo algunas teorías científicas son susceptibles a cambios	0%
53.1%	34.6%	12.3%	

Tabla 4: Distribución porcentual de las respuestas de las estudiantes de las categorías relacionadas con la validación de las teorías científicas

Los resultados en la categoría 1 dejan ver que los cambios que se presentan en las ciencias son algo con lo que las estudiantes hoy en día están más familiarizadas, pues los medios de comunicación constantemente proporcionan ideas respecto a los avances tecnológicos y científicos. Se ilustra esta idea en las siguientes respuestas:

> *"No porque otros científicos cada vez tienen más teorías y descubren más cosas que pueden disminuir credibilidad a los otros conceptos"* $E_{23,\ 10\text{-}3}$

> *"Si porque siempre se van a descubrir cosas nuevas que van a parecer locuras ante sus contemporáneos. Como se ha dado en varios casos como el de Galileo"* $E_{28,\ 10\text{-}1}$

> *"No, creo que en cada etapa de la humanidad el pensamiento humano puede quitarle o agregarle algo a la teoría por medio de experimentos más avanzados"* $E_{23,\ 10\text{-}1}$

Sin embargo hay un porcentaje considerable que se ubica en la categoría 2, este grupo de alumnas afirma que las teorías científicas que ya fueron aceptadas en algún momento, no podrán ser modificadas, lo sustentan diciendo que los conocimientos que les son presentados en clase fueron aceptados hace bastante tiempo y aun siguen vigentes, se insinúa que no dan cabida a la existencia de teorías anteriores, diferentes a las estudiadas en la actualidad, se evidencia la experiencia básica como obstáculo epistemológico, pues al tener en la escuela un panorama de las ciencias tan reducido y limitado por un currículo que abarca sólo ciertos temas, se quedan con una idea errada de conocimientos inmutables. Esto se evidencia en las siguientes respuestas:

> *"Creo que sí se mantienen, ya que hace mucho tiempo existen estas teorías y así lo hemos estudiado"* $E_{27,\ 10\text{-}3}$

> *"Los conceptos físicos surgen, se mantienen intactos, estos conceptos van a seguir a través de la historia"* $E_{29,\ 10\text{-}1}$

> *"Me parece que cuando una teoría científica se comprueba se queda en la historia por que nos sirve para problemas de las vida cotidiana"* $E_{20,\ 10\text{-}1}$

Un pequeño grupo de estudiantes afirma que solo algunas teorías científicas pueden ser modificadas, esta posición un tanto ambigua puede ser producto del conflicto que aparece al mezclar la información recibida en las clases, la cual generalmente presenta un

grupo de teorías que al parecer no han evolucionado de ninguna idea, simplemente han aparecido de manera espontánea, y la información que ofrecida por los medios de comunicación, en donde se plantean nuevos descubrimientos y la posibilidad de errores en teorías ya aceptadas. Estas respuestas lo ilustran con claridad:

> *"Algunas no porque han sido comprobadas, pero otras si cambian algunas cosas a través de la historia"* $E_{4,\ 10\text{-}1}$

> *"Solo se podría invalidar si se logra demostrar su inexistencia en el universo, pero después de haber sido aceptada es poco probable que resulte falsa"* $E_{21,\ 10\text{-}3}$

> *"Algunos no todos, ya que a través del tiempo cosas nuevas se descubren, nuevos conceptos que con buen estudio logran gran validez"* $E_{33,\ 10\text{-}3}$

En síntesis se pueden identificar muchas ideas diferentes en relación con el objeto de estudio de la física; sin embargo, todas tienen en común la aparición del conocimiento adquirido a través de las vivencias cotidianas como generador de ideas, subyace probablemente una concepción de ciencia inmodificable, una verdad absoluta, las respuestas en su mayoría probablemente provienen de procesos instruccionales, pues concuerdan con temas trabajados en lo que va del curso de física de este grado, sin llegar a ser correctamente conceptualizados. También es de anotar la aparición de definiciones muy generales y que no llegan a ser completamente ciertas, se verifica la idea propuesta por Bachelard (2004, Pág. 69), respecto a la aparición del obstáculo epistemológico del conocimiento general: *"… aun siguiendo un ciclo de ideas exactas, puede advertirse que la generalidad inmoviliza al pensamiento, que las variables que describen el aspecto general dejan en la sombra las variables matemáticas esenciales"*

Las respuestas dadas por las estudiantes acerca del surgimiento de las teorías científicas se ve influenciada por la forma en que se presenta el conocimiento en las escuelas, se separan de los procesos que los generaron, usando expresiones como "el teorema de Pitágoras" o "las leyes de Newton", sin mencionar la forma en que muchos otros contribuyeron a construcción de la teoría, presentando en el contenido de los cursos bloques de conocimiento, como ideas terminadas, generadas y desarrolladas por una sola persona.

Frente a la validación del conocimiento científico y sus posibles cambios, es de anotar que un gran porcentaje de las estudiantes se inclinan por la idea de que es la misma comunidad científica quien

valida las teorías y que ésta misma puede en determinado momento generar cambios en la estructura de una teoría o ley, lo que es cierto. Sin embargo, se presenta un grupo considerable de estudiantes que se oponen a estas ideas, evidenciando nuevamente la influencia de la estructura actual del currículo, que limita la posibilidad de pensar en evolución del conocimiento, presentándolo como ideas terminadas y ajenas a los avances actuales. Más adelante se analizará la segunda aplicación de esta prueba inicial, así se podrán comparar estos primeros resultados con los obtenidos al finalizar las intervenciones pedagógicas.

VIII.2. Taller: características de los fluidos

En el momento de indagación de los saberes previos acerca de los fluidos y sus características, se diferencian dos categorías, en ambas se identificó una tendencia marcada a **caracterizarlos los fluidos** como sustancias en movimiento. La siguiente tabla nos muestra un resumen de los resultados obtenidos

Categoría 1	**Categoría 2**	**No respondió**
Sustancias que se encuentran en movimiento	Líquidos o gases que se encuentran en movimiento	5%
67%	28%	

Tabla 5: Distribución porcentual de las respuestas de las estudiantes de las categorías relacionadas con las características de los fluidos

En la categoría 1, no se describe el estado en que se encuentran las sustancias caracterizadas como fluidos, la única cualidad que se le otorga, es el movimiento. Se hace evidente el obstáculo epistemológico verbal, las estudiantes han asumido una sola palabra como toda una explicación, en este caso el movimiento funciona como imagen básica de lo que comúnmente entienden como fluido, pues está relacionada con fluir, afluyente o lo que fluye, el uso tan generalizado y corriente propicia la elaboración de una apreciación incorrecta, que los fluidos solo se pueden estudiar desde la dinámica y no desde sus propiedades. Los conocimientos que han construido desde su cotidianidad, par dar explicación al mundo físico pueden ser también generadores de estas respuestas erróneas, hasta este momento no han tenido las herramientas conceptuales para criticar la idea elaborada de forma intuitiva por la experiencia. Así como se ve en las siguientes respuestas:

"Un fluido es una sustancia que está en constante movimiento dirigida por una corriente. Está limitado por algo. Conformado por muchas sustancias" $E_{5,\ 10\text{-}3}$

"Se caracterizan por ser sustancias que pueden viajar a través de espacios así sea el más minucioso" $E_{8,\ 10\text{-}1}$

"Se caracteriza como algo que la mayoría de veces recorre algo o alguien" $E_{9,\ 10\text{-}1}$

En esta categoría se hace también presente el obstáculo animista, algunas de las estudiantes dan explicación al comportamiento de los fluidos concediéndoles un carácter animado, es decir dotándolos de características que solo podría tener un ser vivo, construyen su explicación desde lo que perciben sus sentidos, lo cual hace parte de su realidad pero no siempre conlleva a ideas correctas, esto se evidencia en respuestas como las que se presentan a continuación:

"Es como algo que esta en constante movimiento, ***movimiento propio,*** *ejemplo: aire, sangre, agua, lodo, orina, saliva, nubes, jugo gástrico, lágrimas"* $E_{9,\ 10\text{-}3}$

"Son sustancias que ***tiene movimiento propio*** *por su estado líquido, gases son fluidos"* $E_{4,\ 10\text{-}3}$

"Son como algo que sigue un transcurso, por ***su propia fuerza*** *viaja a través de un espacio"* $E_{6,\ 10\text{-}1}$

En la categoría 2 las respuestas mencionan los estados líquido y gaseoso, se acercan bastante a la idea de fluido; sin embargo, aparecen nuevamente los obstáculos de la experiencia básica y verbal, descritos en la categoría anterior y nuevamente se otorga a los fluidos la característica del movimiento. Lo que limita la posible adquisición de conocimientos nuevos, y hace necesario superar los obstáculos mencionados si se quiere lograr aprendizaje significativo de algunos conceptos de la hidrostática. Los siguientes enunciados son muestra de esta categoría:

"Son sustancias líquidas o gaseosas que pueden cambiar de estado y siempre se mueven" $E_{2,\ 10\text{-}1}$

"Son gases y líquidos, como un proceso de movimiento y fuerza, ejemplo: cuando uno hace le proceso de la respiración y hay un proceso de movimiento del aire y la fuerza que se utiliza para este movimiento" $E_{7,\ 10\text{-}3}$

La información suministrada por la **actividad evaluativa**, realizada luego del desarrollo del taller de fluidos, se nota en la mayoría de las estudiantes una evolución conceptual. La puesta en común de las respuestas, generó otra cantidad de inquietudes que a través de la discusión se fueron aclarando, lo que seguramente influyó en la calidad de las conclusiones. Para su análisis solo se determinó una categoría, en la que se enuncia a los fluidos como *líquidos o gases, que se caracterizan por mantener fuerzas intermoleculares débiles, lo que lleva a que una vez se afecte el orden de las moléculas no sea posible revertirlas a la posición inicial*. La mayoría de las respuestas abarca todas estas características. Además hay un cambio notable en la idea que plasmaban en las respuestas iniciales, cuando afirmaban que el movimiento era una condición permanente de los fluidos, ahora se observa que consideran las propiedades de los fluidos en equilibrio.

Se tiene enunciados más próximos al referente tomado en este caso y el lenguaje para caracterizar los fluidos es más rico y cercano a la terminología propia de la física. Las siguientes comparaciones ilustran este hecho:

> **Antes de la intervención pedagógica:** *"Son sustancias que tienen movimiento propio por su estado líquido, gases son fluidos"* $E_{4,\ 10\text{-}3}$
> **Después de la intervención pedagógica:** *"Son gases o líquidos, no siempre tienen que estar en movimiento, este movimiento es causado por una interacción, sus propiedades físicas son diferentes a las propiedades químicas"* $E_{4,\ 10\text{-}3}$
>
> **Antes de la intervención pedagógica:** *"Sustancias que está en constante movimiento dirigida por una corriente"* $E_{15,\ 10\text{-}3}$
> **Después de la intervención pedagógica:** *"Un fluido se encuentra en estado líquido o gaseoso, no solo es algo que se mueve, puede estar quieto, hay dos ramas que estudian los fluidos, hidrostática e hidrodinámica. No se pueden volver a organizar como antes, si algo cambia la posición de sus moléculas"* $E_{15,\ 10\text{-}3}$
>
> **Antes de la intervención pedagógica:** *"Son una sustancia cualquiera que se puede ver o no, ubicadas en todo lugar"* $E_{3,\ 10\text{-}1}$
> **Después de la intervención pedagógica:** *"Los fluidos son sustancias que se pueden estudiar como un medio continuo, tienen una fuerza de cohesión muy débil y al ser descompuestos ya no se organizan exactamente como estaban"* $E_{3,\ 10\text{-}1}$

Es notable como la concepción inicial acerca de los fluidos, está ligada a una cantidad de interpretaciones y significados, debido al uso que tiene en la cotidianidad, las imágenes formadas a partir de la realidad se ligan en casi todos los casos al movimiento, como se ve particularmente en el lenguaje, al emplear la palabra fluido para denotar el avance de las cosas o para describir el fácil desarrollo de una idea, esta representación generada por los sentidos ocasiona dificultades al momento de adquirir conocimientos nuevos, que encuentran oposición con las ideas previas relacionadas, en suma, los obstáculos epistemológicos deben hacerse concientes en el docente y en las estudiantes, pues la diversidad conceptual implica falta de claridad conceptual en general, conduciendo a confusiones en la aplicación del concepto o en la adquisición de nuevos conocimientos.

También es necesario resaltar las bondades de la estrategia metodológica del taller, se evidencia cada vez más participación y coherencia en la discusión, esto ha propiciado la transformación de las ideas previas.

VIII.3. Taller sobre conceptos básicos: densidad, masa y peso

En este taller se identificaron algunos obstáculos epistemológicos, al analizar las respuestas dadas por las estudiantes a la indagación inicial, se pueden apreciar una variedad concepciones que dan cuenta de la poca claridad frente al tema, a pesar de reconocer el simbolismo matemático implícito en los conceptos trabajados.

Los enunciados de **masa** que escriben las estudiantes, dejan ver una idea en común, es considerada como una propiedad de la materia, sin embargo al momento de explicar dicha propiedad se evidencian confusiones e ideas erróneas, que generan diferentes categorías. Como se resumen en la tabla 6

Categoría 1	**Categoría 2**	**Categoría 3**	**No respondió**
Es la cantidad de materia de un cuerpo	Es una propiedad relacionada con el espacio que ocupa un cuerpo	Es la cantidad de un cuerpo	0%
44.4%	27.8%	27.8%	

Tabla 6: Distribución porcentual de las respuestas de las estudiantes de las categorías relacionadas con el concepto de masa

Para la categoría 1 se esperaba un mayor porcentaje de respuestas, debido a que las estudiantes con anterioridad habían discutido este concepto en la clase de química, según informó la docente encargada del curso; sin embargo, más del 50% aun no tienen el concepto claro, algunas de las estudiantes que optaron por asociar la masa con la cantidad de materia que posee un cuerpo, presentan concepciones confusas, dando un significado equivalente al de peso, como se aprecia en las siguientes respuestas:

"Es el peso que tiene un cuerpo, cantidad de materia, la masa de Manuela es 50 kg" 8 $E_{18,\ 10\text{-}3}$

"Es una sustancia, es la cantidad de materia, que puede ir aumentando con el tiempo o con la gravedad" $E_{2,\ 10\text{-}1}$

La relación de equivalencia que se establece en las respuestas anteriores, posiblemente es el resultado de las confusiones que genera en las estudiantes, el que comúnmente la palabra peso esté asociada a la palabra masa y sus unidades, lo que conlleva a identificar las ideas generadas a través de las vivencias cotidianas, como obstáculo epistemológico, lo cual dificulta la correcta conceptualización. Las ideas previas que las estudiantes utilizaron para anclar la nueva información, presentada en clase de química, era incorrecta, por tanto es muy poco probable que se haya propiciado aprendizaje significativo, lo que posiblemente dio lugar a la generación de ideas imprecisas, se hace evidente la importancia que tiene la indagación de los saberes previos antes de iniciar cualquier tipo de intervención.

En la categoría 2 se nota una confusión entre los conceptos masa y volumen, al definir la masa como el espacio ocupado por la materia, se discutió esta respuesta con algunas de las estudiantes, tratando de identificar cuál era la idea que deseaban transmitir, en la puesta en común se hizo explicita la dificultad que tienen para expresar sus ideas, pues muchas de ellas explican que "es la materia que ocupa un espacio", sin embargo en la sustentación de sus ideas continúa apareciendo la idea de la masa como medida de dicho espacio. En las siguientes respuestas se verifica este hecho:

"Es el espacio que ocupa un objeto o un cuerpo" $E_{6,\ 10\text{-}3}$

"Es una propiedad que se puede medir el espacio a diferentes clases de sustancias" $E_{2,\ 10\text{-}1}$

"Es la sustancia que ocupa un determinado lugar, de acuerdo con el espacio" $E_{1,\ 10\text{-}3}$

En la categoría 3 se alcanza a vislumbrar la idea de masa en relación con la materia, sin embargo no se hace explicita la medida o propiedad de la que se habla, este grupo de respuestas, al igual que en la categoría anterior, se ve influenciada por la instrucción recibida en clase de química, se presenta una idea vaga al definir la masa como, *"la cantidad de un cuerpo",* esto plantea poca claridad en el concepto y algunos rastros de lo que posiblemente quiso relacionar la docente de química: la masa y la cantidad de materia que posee un cuerpo. Esta idea se ilustra en las siguientes afirmaciones:

"Es lo que mide la cantidad de un cuerpo" $E_{16,\ 10\text{-}1}$
"Es la cantidad de un cuerpo, la cual se puede medir en g o kg" $E_{7,\ 10\text{-}1}$
"Cantidad de un cuerpo u objeto" $E_{1,\ 10\text{-}1}$

En cuanto a las concepciones sobre **densidad,** se esperaba una mayor uniformidad en las respuestas, teniendo en cuenta que este concepto también fue trabajado en las clases de química antes mencionadas, no obstante aparecen tres categorías con porcentajes muy parecidos, lo que indica que no había claridad conceptual. La tabla 7 nos da una idea de la distribución de las categorías.

Categoría 1	**Categoría 2**	**Categoría 3**	**No respondió**
Es una propiedad de la materia que relaciona la masa y el volumen	Es el peso o se relaciona con el peso de un cuerpo	Es una propiedad relacionada con el espacio que ocupa un cuerpo	0%
39%	27.7 %	33.3%	

Tabla 7: Distribución porcentual de las respuestas de las estudiantes de las categorías relacionadas con el concepto de densidad

En la categoría 1 nuevamente se hace evidente la incidencia de las clases de química anteriormente mencionadas, muchas de las respuestas presentan como concepto la descripción que se hace desde el simbolismo matemático, sin embargo no tienen elementos conceptuales para describir lo que en términos de una situación concreta significa dicho simbolismo. Se puede apreciar la forma en que utilizan la idea proporcionada por la formula, para salir del paso y tratar definir el concepto, es de anotar como el conocimiento general se convierte en un obstáculo que limita las ideas relacionadas con la densidad y en muchas ocasiones trae consigo la construcción de ideas erradas o carentes de significado. Se puede apreciar en las siguientes respuestas:

"Es masa sobre volumen" $E_{4,\ 10\text{-}1}$

"Propiedad que relaciona masa y volumen" $E_{7,\ 10\text{-}1}$

"Es $\frac{m}{v}$. Es una fuerza y cantidad que ocupa un cuerpo" $E_{16,\ 10\text{-}3}$

En la categoría 2 se observa un porcentaje de respuestas muy cercano al de la categoría 1, lo que indica poca claridad conceptual, se concibe la densidad como el peso del cuerpo o como propiedad que determina cuan liviano es. Posiblemente esta confusión esté relacionada con la idea de que la densidad de los cuerpos se debe a su gran cantidad de materia, olvidando la relación existente entre masa y volumen, lo que se hizo evidente al socializar las respuestas, como se nota a continuación:

"Es como el peso del cual un objeto está ocupado" $E_{6,\ 10\text{-}1}$

"Es lo liviano de un cuerpo" $E_{7,\ 10\text{-}3}$

"Es la fuerza que aplica la naturaleza en un cuerpo que ocupa un determinado espacio" $E_{5,\ 10\text{-}3}$

Es de anotar que en algunas de las respuestas de esta categoría se enuncia la densidad como el cociente entre el peso y el volumen del cuerpo, es el caso de la estudiante $E_{12,\ 10\text{-}3}$ quien afirma que la densidad *"es el peso o la masa que hay en un volumen determinado"*, enunciado que corresponde al peso específico, cuando se refiere a peso, sin embargo no distingue peso de masa. Esta idea se aprovechó en la clase para introducir este concepto y diferenciarlo del peso como fuerza que experimentan los cuerpos debido a la atracción gravitacional.

En la categoría 3 se utiliza la noción de volumen para definir la densidad, posiblemente la adquisición de aprendizajes fragmentados y de relaciones pobremente establecidas en procesos de instrucción, dieron origen a las confusiones conceptuales aquí plasmadas, esta categoría afirma la idea presentada en las dos categorías anteriores, nociones vagas de los conceptos que nunca se fijaron como aprendizajes significativos, además de la aparición constante de aprendizajes intuitivos generados por la experiencia básica. Las siguientes respuestas nos muestran este hecho:

"Es la cantidad obtenida de un determinado volumen" $E_{1,\ 10\text{-}3}$

"*Es el espacio que ocupa el objeto" $E_{2,\ 10\text{-}3}$*

"*Es el espacio que ocupa una cantidad de masa" $E_{1,\ 10\text{-}1}$*

En las diferentes afirmaciones que hicieron las estudiantes con relación al **peso** se reflejan también procesos instruccionales recibidos en lo que va del curso de física, siendo la categoría 1 la que obtiene el mayor porcentaje sin embargo aun no hay total claridad conceptual, pues aparecen tres categorías como se ve en la tabla 8:

Categoría 1	**Categoría 2**	**Categoría 3**	**No respondió**
Esta relacionado con la gravedad y las fuerzas	Es el lugar o espacio que ocupa un cuerpo	Es la cantidad de materia o masa de un cuerpo	0%
50%	27 %	23%	

Tabla 8: Distribución porcentual de las respuestas de las estudiantes de las categorías relacionadas con el concepto de peso

Como se ve la categoría 1 corresponde la mitad de las respuestas, sin embargo se esperaba un mayor porcentaje, debido a que las estudiantes en este momento ya han recibido y probablemente aprobado el tema de dinámica de partículas. Los numerosos enunciados que agrupa esta categoría se relacionan con la aceleración de la gravedad o con el concepto de fuerza, no obstante se quedan simplemente en una descripción matemática, que no dice mucho del concepto, es evidente el conocimiento pragmático como obstáculo epistemológico, obsérvese por ejemplo la respuesta de la siguiente estudiante*:*

"*Es la cantidad de masa multiplicada por la gravedad donde uno se encuentre" $E_{10,\ 10\text{-}1}$*

Aunque este tipo de respuesta se relaciona con la idea de peso que se tomó como referente conceptual, se notan algunas dificultades al momento de dotar de significado el simbolismo matemático, presentando ideas erróneas, sin tener en cuenta que este es una fuerza que resulta de la atracción gravitacional, pues en algunos enunciados se habla en plural de "*fuerzas que se ejercen*", también se toma en ocasiones no como una fuerza sino como el objeto sobre el cual actúa esta, lo que hace explicita la falta de comprensión. Esto se puede ejemplificar en los siguientes enunciados:

"el peso varía según una fuerza ejercida sobre él" $E_{13,\ 10\text{-}1}$

"Es las fuerzas que se ejercen sobre un cuerpo en relación a su masa $E_{14,\ 10\text{-}1}$

"El peso es según la gravedad y las fuerzas" $E_{7,\ 10\text{-}3}$

También se pudo identificar la presencia del obstáculo animista en la estructura cognitiva de las estudiantes, por ejemplo para la alumna E_5 la idea de peso es, "*un cuerpo que se jala hacia abajo por su fuerza gravitacional",* se nota la forma en que asigna al cuerpo la capacidad de moverse por su propia cuenta, se trata de explicar el hecho dotando al cuerpo de una naturaleza animada, sin tener en cuenta su interacción con el campo gravitacional de la Tierra.

En la categoría 2 aparece nuevamente el volumen como concepto, en este caso para el peso, se define como, *la cantidad de espacio ocupado por un cuerpo*, en la socialización de las preguntas las estudiantes trataron de dar explicación a este enunciado, hablando de la materia como algo que es afectado por lo gravedad, específicamente con relación al espacio que ocupa, se puede identificar una gran confusión entre masa, peso y volumen. Como se observa el los siguientes enunciados:

"Es el volumen que mide un objeto o sustancia y que puede variar según la gravedad que haya en dicho espacio" $E_{9,\ 10\text{-}1}$

"Es el espacio de que ocupa un cuerpo, es como la cantidad de materia" $E_{16,\ 10\text{-}1}$

"Volumen de un cuerpo, determinado por la gravedad del espacio" $E_{1,\ 10\text{-}3}$

En la categoría 3 se estable una relación de equivalencia entre peso y masa, lo que ya se había detectado al analizar las concepciones que las estudiantes tienen de masa, esta falta de claridad conceptual las lleva a relacionar el peso con la cantidad de materia de un cuerpo o en ocasiones, como se nota en la respuesta de la estudiante E_8, a definir el peso como el cuerpo mismo.

"E*s un cuerpo que tiene masa, que tiene volumen, tiene presión y esta cantidad de materia se puede expresar en números"* $E_{8,\ 10\text{-}1}$

"Es la medida de la materia que determina si un cuerpo es muy liviano o muy pesado" $E_{5,\ 10\text{-}1}$

"Es la medida que dice si hay poca o mucha materia" $E_{6,\ 10\text{-}3}$

En general, respecto a los conceptos analizados se puede apreciar que hay una gran influencia de la experiencia básica, un obstáculo que se ha construido a través de las vivencias cotidianas, la experiencia con el mundo físico que las rodea y las diferentes instrucciones en la escuela relacionadas con el tema. El lenguaje común también se ve reflejado en las respuestas, los conceptos masa y peso son usados muy a la ligera y se nota como algunas ideas erróneas se han fijado fuertemente en la estructura cognitiva de las estudiantes que tratan de hilar ideas fragmentadas, formando una amalgama de concepciones en las que se hacen mezclas de conceptos de una manera incorrecta, se nota también la influencia del animismo, utilizando imágenes cargadas de características de los seres vivos, esto se repite continuamente. Todas estas ideas mal entendidas dificultan la construcción de relaciones apropiadas entre los conceptos de masa densidad y volumen, permitiendo pocas veces traspasar el simbolismo matemático.

Los resultados de la **actividad evaluativa** evidenciaron un alto grado de efectividad en las intervenciones pedagógicas, se encontró que las concepciones respecto al peso, la masa, la densidad y la relación que se establece entre las dos últimas y el volumen, eran más homogéneas y cercanas al referente conceptual.

Para los conceptos masa y densidad se establecieron dos categorías, la primera abarca a casi todas las respuestas de las estudiantes, exceptuando a una de ellas, la estudiante $E_{21,\ 10\text{-}3}$, quien, asume concepciones erradas en ambos casos, generando así la segunda categoría muy especial para los dos conceptos.

Al indagar un poco más sobre la estudiante se encontró que tiene necesidades educativas específicas, lo que posiblemente influyó en la poca efectividad de la intervención, pues el desconocimiento de la situación excluyó variables de la intervención, que era necesario tener en cuenta. Sin embargo se notaron algunos avances, un ejemplo de ello es la transformación que se vio en su concepción de peso, es muy probable que la estrategia metodológica de taller, empleada en las clases haya influido positivamente en su proceso de aprendizaje. Esto se puede apreciar al comparar su respuesta con relación al peso, antes y después de la intervención:

> **Antes de la intervención:** *"es la cantidad de la gravedad que ejerce un objeto, es hacia abajo"*

Después de la intervención: *"es una fuerza que depende de la gravedad de la Tierra y del la masa, por ejemplo la masa de un cuerpo es diferente a su peso"*

Con las demás estudiantes se evidencian ahora relaciones interesantes y correctas entre los conceptos, algunas han trascendido el simbolismo matemático y lo han dotado de significado, ejemplificando con situaciones concretas y estableciendo relaciones de proporcionalidad, entre masa, densidad y volumen. Las siguientes respuestas ilustran la situación:

Antes de la intervención: "La relación entre masa, densidad y volumen es que *para hallar el volumen u otro necesito del otro, por ejemplo para hallar la densidad necesito saber la masa y el volumen"* $E_{8,\ 10\text{-}3}$

Después de la intervención*:* *la densidad relaciona el volumen y la masa (entre más masa y menos volumen, más denso es un cuerpo, entre menos masa y más volumen, menos denso es un cuerpo, si disminuye el volumen aumenta la densidad, si aumenta el volumen disminuye la densidad)"* $E_{8,\ 10\text{-}3}$

Antes de la intervención: "la densidad e*s la extensión del cuerpo"* $E_{10,\ 10\text{-}1}$
Después de la intervención: *"la densidad es la relación de la masa de un cuerpo con respecto al espacio determinado, ejemplo: cuando uno mete mucha masa en un espacio muy pequeño el cuerpo queda muy comprimido, es decir, muy denso."* $E_{10,\ 10\text{-}1}$

Antes de la intervención: *"Es el peso o la masa que hay en un volumen determinado."* $E_{12,\ 10\text{-}3}$
Después de la intervención*:* *"Es una propiedad de la materia que relaciona la masa de un objeto y el espacio que ocupa"* $E_{12,\ 10\text{-}1}$

Antes de la intervención: "T*odos están ligados y todos los objetos y personas tienen en común estas tres"* $E_{3,\ 10\text{-}3}$
Después de la intervención*:* *"La densidad relaciona el espacio y la masa. Entre más masa mas densidad (directamente proporcionales), ente más volumen menos densidad (inversamente proporcionales)"* $E_{3,\ 10\text{-}3}$

La apropiación de los conocimientos relacionados con el tema, a través del análisis de la etimología de estas palabras, de su uso y significado, además de la discusión de situaciones concretas, contribuyó a la construcción ideas más elaboradas que permitieron enfrentar situaciones en el contexto de la física, de forma apropiada.

Se puede ilustrar esta idea al revisar las respuestas que presentan las estudiantes ante las situaciones planteadas en la actividad evaluativa:

Situación 1: "Se tiene dos sustancias de diferente densidad, la sustancia A tiene el doble de la densidad que la sustancia B y cada una se encuentra ocupando un volumen de 100cm^3. ¿Cuál de las dos sustancias tiene mayor masa?"

Algunas de las afirmaciones hechas por las estudiantes son:

> *"La sustancia A, porque la masa es proporcional a la densidad, ocupando el mismo volumen, mayor densidad = mayor masa."* $E_{8,\ 10\text{-}3}$
>
> *"La A. Porque si ocupan el mismo espacio, para que una tenga más densidad que la otra, debe tener más masa"* $E_{14,\ 10\text{-}1}$
>
> *"La sustancia A, porque tiene el doble de densidad que la B, teniendo en cuenta que ocupan el mismo espacio, pero al ser más densa la sustancia A es porque tiene más masa"* $E_{9,\ 10\text{-}1}$

Situación 2: "Determina qué ocupa más volumen, una sustancia A de masa 5kg y densidad 10kg/m^3, o una sustancia B, de masa 5kg y densidad 2kg/m^3"

Algunas respuestas de las estudiantes son:

> *"La B, por que tiene muy poca densidad, es decir, esta ubicado en un espacio mayor"* $E_{16,\ 10\text{-}3}$
>
> *"Ocupa más espacio la sustancia B, que tiene densidad de 2kg/cm^3, una densidad muy baja en un espacio más grande.* $v = \frac{m}{d}$
>
> *A.* $v = \frac{5kg}{10\text{kg/m}^3} = 0.5m^3$ *B.* $v = \frac{5kg}{2\text{kg/m}^3} = 2.5m^3$ *"* $E_{9,\ 10\text{-}1}$
>
> *"Ocupa más espacio la sustancia B porque mientras más masa y menos densidad, más espacio ocupa (volumen).* $v = \frac{5kg}{2\text{kg/m}^3} = 2.5m^3$ *"*
>
> $E_{13,\ 10\text{-}1}$

Es de anotar el significado que se le ha asignado a la representación simbólica matemática, trasladada ahora a la interpretación y solución de situaciones concretas, en las cuales se establecen relaciones de

proporcionalidad y se identifica una adecuada interpretación de los conceptos.

VIII.4. Taller: sobre el concepto de presión

En el momento inicial del taller, al indagar sobre las nociones previas, se observó una tendencia marcada hacia las expresiones relacionadas con el uso popular del concepto, es decir, con el lenguaje que se usa en la cotidianidad y que muchas veces se aleja de los referentes establecidos desde la rigurosidad de las ciencias. A pesar de este punto común se distinguen tres categorías, lo que hace explícita la falta de claridad conceptual, esto se resume en la tabla 9:

Categoría 1	**Categoría 2**	**Categoría 3**	**No respondió**
Se define la presión como una fuerza aplicada	Relaciona la presión con la velocidad en un fluido	Hace relación al aire o atmosfera	3.1%
89.2%	4.6%	3.1%	

Tabla 9: Distribución porcentual de las respuestas de las estudiantes de las categorías relacionadas con el concepto de presión

Como se puede observar, la categoría 1 corresponde a la mayoría de respuestas, lo que era de esperar, pues en la cotidianidad se utilizan con bastante ligereza los conceptos de fuerza y presión, se ha elaborado una idea equivocada en la estructura cognitiva de las estudiantes la cual, dentro del proceso de aprendizaje se convierte en un obstáculo epistemológico, que no solo tiene que ver con el lenguaje, su uso y contexto, sino también con nociones formadas a partir de la instrucción en la escuela, como se ve en las siguientes respuestas:

> *"Fuerza que se hace hacia abajo o dependiendo en la posición que se encuentre el objeto, es decir, una fuerza impresa"* $E_{4,\ 10\text{-}3}$
>
> *"Es la fuerza que se ejerce sobre un cuerpo, imponiéndole Xkg sobre él, pudiendo cambiar su posición o tamaño"* $E_{12,\ 10\text{-}1}$
>
> *"Es la fuerza que se ejerce para intentar mover un cuerpo"* $E_{27,\ 10\text{-}1}$

En las respuestas anteriores se nota como el concepto de fuerza está ligado a las nociones previas, en este momento las estudiantes ya trabajaron el tema de dinámica de partículas en la clase de física, por lo que tratan de dar respuesta a un concepto desconocido recurriendo a las pocas ideas que quedaron fijas en sus mentes. Por ejemplo en las estudiantes $E_{4,\ 10\text{-}1}$ *y* $E_{8,\ 10\text{-}3}$ se evidencian nociones relacionadas con las leyes del movimiento y la fuerza neta, como se ve en sus respuestas:

"Es la fuerza que se imprime sobre un cuerpo acelerado" $E_{4,\ 10\text{-}1}$

"Son las fuerzas que están actuando sobre un cuerpo" $E_{8,\ 10\text{-}3}$

Es de anotar que aunque las ideas expuestas por las estudiantes de la categoría 1 no son correctas, se pueden utilizar como punto de partida para construir una noción valida de presión y determinar cuáles son las variables que se relacionan con ella, al analizar el efecto que tiene el cambiar el área sobre la cual actúa la fuerza que generará la presión.

En el caso de la categoría 2, también se ven reflejadas las vivencias y percepciones básicas de las estudiantes, al relacionar la presión con la velocidad de los fluidos, en la socialización grupal ellas explicaban que su respuesta se refería a que la presión con la que sale el agua de una manguera o una canilla tenia que ver con su velocidad, esta relación no es incorrecta dentro de la hidrodinámica; sin embargo, si lo es la afirmación de las estudiantes, al definir la presión como la velocidad del fluido, lo que se ilustra en las siguientes respuestas:

"Es la velocidad de un fluido. Es una propiedad de los fluidos" $E_{5,\ 10\text{-}1}$

"Podría ser la velocidad de un fluido" $E_{21,\ 10\text{-}1}$

La relación establecida en la categoría 3 se manifiesta el obstáculo del conocimiento pragmático, al definir la presión únicamente desde su relación con la atmósfera, se percibe como la afirmación toma en cuenta solo un aspecto de la realidad, lo que limita la respuesta y presenta una idea imprecisa del concepto. Esto se puede inferir de las siguientes respuestas:

"Es la que se da dependiendo del aire que se recibió" $E_{22,\ 10\text{-}1}$

"Es la que ejerce el aire de la atmósfera sobre mí" $E_{26,\ 10\text{-}1}$

En la **actividad para identificar los avances conceptuales**, se evidenció la evolución tanto frente a la comprensión del concepto, como ante su aplicación para el análisis de situaciones concretas, las respuestas fueron muy homogéneas y cercanas a la idea válida desde las teorías científicas. Las siguientes respuestas comparativas ilustran esta idea:

> **Antes de la intervención:** *"Es como una fuerza contenida en un fluido"*
> **Después de la intervención:** *"La presión es una cantidad física directamente proporcional con la fuerza que se aplica al cuerpo e inversamente proporcional con el área en contacto con la fuerza"* $E_{8,\ 10\text{-}1}$

> **Antes de la intervención:** *"Yo entiendo como presión cuando una sustancia está comprimida, es una fuerza que se ejerce en todos los cuerpos"*
> **Después de la intervención:** *"Hay una relación de proporcionalidad entre la superficie sobre la que se hace presión y la presión, es de proporcionalidad inversa, y entre la fuerza aplicada y la presión es directa. La fuerza que produce la presión es perpendicular al área sobre la que se ejerce"* $E_{10,\ 10\text{-}3}$

Resalta en la mayoría de respuestas de la pregunta de diagnóstico, la experiencia básica como recurso para explicar los conceptos desconocidos, la variedad de concepciones iniciales dificulta un poco la conceptualización, pues se deben derribar diferentes obstáculos epistemológicos, pero también enriquece las discusiones de clase propiciando la formulación de preguntas, lo que en suma dinamiza el proceso de aprendizaje.

VIII.5. Taller: sobre el concepto de presión hidrostática

En el inicio del taller se planteó a las estudiantes la pregunta ¿Qué variables se deben tener en cuenta para determinar la presión que experimenta un cuerpo sumergido en un fluido en reposo? Al analizar sus respuestas se observó que las ideas previas relacionadas con el concepto de presión hidrostática eran muy variadas y en algunos casos incorrectas, lo que es evidencia de la confusión conceptual y de la presencia de algunos obstáculos epistemológicos para el aprendizaje. Se resume en la tabla 10:

Categoría 1	Categoría 2	Categoría 3	Categoría 4	Categoría 5	No respondió
Depende solo de la fuerza que ejerce el fluido sobre el cuerpo	Depende de la fuerza que ejerce el fluido sobre el cuerpo y de otras variables como la densidad y la ubicación del cuerpo sumergido	Depende de la ubicación del cuerpo dentro del fluido	Depende de la ubicación del cuerpo dentro del fluido y de otras variables como la temperatura, la densidad y la masa de fluido.	Depende de la altura respecto al nivel del mar o del clima del lugar	3.1%
30.8%	18.5%	16.9%	13.8%	16.9%	

Tabla10: Distribución porcentual de las respuestas de las estudiantes de las categorías relacionadas con el concepto de presión hidrostática

Se aprecia como la idea trabajada anteriormente sobre el concepto de presión, en la cual se definía como la fuerza por unidad de área, aparece en la categoría 1, con el porcentaje más alto de respuestas; sin embargo, se esperaba que un mayor número de estudiantes hicieran esta relación, teniendo en cuenta los desarrollos anteriores.

En este grupo de respuestas no se hace relación a otras posibles variables, al socializarlas en la clase la mayoría de las estudiantes denominaron esta fuerza como el peso del fluido, argumentando que este es quien genera la presión, idea que no es equivocada, pero que al momento de analizar una situación determinada, no abarca todas las variables necesarias para determinar la presión hidrostática en un punto determinado de un fluido. Como se ve en algunas afirmaciones:

> *"Depende del peso que tiene cada fluido, así causando diferentes reacciones según el peso"* $E_{32,\ 10\text{-}1}$

> *"Depende de la masa del fluido y la gravedad"* $E_{15,\ 10\text{-}1}$

En la categoría 2 también aparece la fuerza que ejerce el fluido sobre el cuerpo como variable de la que depende la presión hidrostática, pero a diferencia de la categoría 1, en esta se enuncian otros elementos como la densidad, y la ubicación del cuerpo dentro del fluido, lo que evidencia ideas previas relevantes, que facilitaran la evolución conceptual. Lo ilustra la respuesta de la estudiante $E_{5,\ 10\text{-}3,}$

quien afirma que *"la presión experimentada depende de propiedades como su densidad, su cantidad de masa y peso y lugar en que esta el objeto".*

En la categoría 3, se aprecia una respuesta sin mucho análisis por parte de las estudiantes, pues al socializar las ideas sustentan sus afirmaciones dando ejemplos como: *"lo que se siente cuando uno se sumerge más y más en el agua, y hay más agua sobre el cuerpo, entre más profundo más presión",* después de una corta discusión, llegan a la conclusión de que el peso del agua es una variable que se debe tener en cuenta, es de anotar que sus respuestas tienen como primer referente las experiencias cotidianas, antes que la relación con los aprendizajes en las clases.

En las categorías 4 y 5 nuevamente las experiencias de la vida cotidiana son utilizadas para dar explicación a los fenómenos físicos, en este caso las estudiantes tienen la concepción de que la presión esta asociada con los lugares, pues sus respuestas limitaron la presión a la ejercida por la atmosfera, así relacionaron este concepto al clima o temperatura del lugar, explicando que *"la presión es menor en los lugares fríos, por eso cuando uno viaja a lugares con otra presión se enferma".* Aunque en algunos fluidos la temperatura incide en la presión, este hecho no se relaciona con el fenómeno estudiado. Se identifica entonces esta idea previa como un obstáculo para la construcción de nuevos conocimientos. La respuesta de la estudiante $E_{6,\ 10\text{-}1}$ ilustra esta idea:

> *"Depende de la fuerza, el tiempo, el lugar, ya que la presión varía, no es lo mismo la presión de una ciudad que esté por encima del nivel del mar que otra que esté sobre el nivel del mar"*

Los resultados obtenidos al evaluar la transformación de las concepciones que tenían las estudiantes respecto a la presión hidrostática son satisfactorios, aunque dos estudiantes no respondieron a la pregunta planteada, la mayoría de afirmaciones incluyen todas las variables que determinan la presión dentro de un fluido en reposo, con afirmaciones que aunque no están muy bien redactadas dejan ver la construcción de relaciones validas, como se puede apreciar en las siguientes respuestas comparativas:

Antes de la intervención: *"Depende de la altitud en el aire, de la profundidad en el agua, de la cantidad de átomos del fluido"*

Después de la intervención: *"es la presión que siente un cuerpo cuando se sumerge en un fluido, debido al peso del fluido, por eso*

depende de la gravedad, también entre más profundo el cuerpo más siente la presión" $E_{25,\ 10\text{-}1}$

Antes de la intervención: "*Depende de la cantidad de fluido, la ubicación sobre el cuerpo que siente la presión, cuando se habla de presión interna"* $E_{12,\ 10\text{-}1}$

Después de la intervención: *"la presión hidrostática se siente en los fluidos estáticos (quietos), ya que hacen fuerza (peso) sobre el cuerpo que está en él. Como hace más presión una columna de 1m de agua que de aire, depende también de la densidad del fluido y de la cantidad que halla sobre el cuerpo (altura del fluido)"*

Lo primero que se observa es la disminución en el número de categorías, que se ha reducido a una, también hay que anotar que las ideas planteadas inicialmente en las categorías 1, 2 y 3, sirvieron como punto de partida para el análisis de algunas situaciones concretas que posibilitaron los avances con relación al concepto de presión hidrostática.

El desarrollo de cada uno de los talleres propició una transformación conceptual importante, como se puede inferir al comparar los resultados obtenidos en las pruebas iniciales con los de la comprobación de avance conceptual, también se nota una actitud reflexiva frente al conocimiento, las estudiantes son más precisas con el uso de los términos y la aplicación de estos a situaciones concretas, ahora manifiestan con mayor confianza sus dudas en relación con los temas discutidos en clase. Además, el trabajo práctico incluido en las intervenciones, propició el aprendizaje significativo y mejoró la disposición hacia la clase.

VIII.6. Segunda aplicación de la prueba inicial

Los resultados obtenidos en esta prueba fueron satisfactorios, se nota como, para cada uno de los tópicos trabajados con relación al surgimiento y validación de las teorías científicas, disminuyó significativamente el número de categorías, además se obtuvieron respuestas más acertadas.

Las afirmaciones relacionadas con **el objeto de estudio de la física** ilustran una concepción más adecuada y abarcadora, y aunque se diferencian dos categorías, en ambas se enuncia que el universo o los fenómenos de la naturaleza son el objeto de estudio de la física. La única diferencia que existe entre las dos es que la segunda, la cual

tiene el menor porcentaje de respuestas (22.2%), hace alusión a los conceptos, principios, teorías y leyes a través de los cuales se explican dichos fenómenos, por lo que es más precisa y acorde al referente conceptual que se asumió en este caso.

Se observaron afirmaciones semejantes en el análisis de la primera aplicación de esta prueba, respuestas que se clasificaron en la categoría dos correspondiente al 21,1%, lo que hace notar una transformación conceptual significativa, seguramente fruto de las reflexiones que se hicieron en cuanto a las ideas previas de las estudiantes, logrando sobrepasar en todos los casos el obstáculo de la experiencia básica, el cual se detectó al encontrar que el mayor porcentaje de respuestas en este caso se relacionaba con los conceptos desarrollados hasta el momento en la clase de física, es decir, en cinemática y dinámica de partículas. Las siguientes respuestas comparativas ejemplifican esta idea:

> Antes de la intervención: *"El objeto de estudio de la física es principalmente el movimiento y su ramas"*
>
> Después de la intervención: *La física crea las teorías y principios que estudian todo lo relacionado con el mundo, con el universo* $E_{15,\ 10\text{-}1}$
>
> Antes de la intervención: *"Dar explicación a los movimientos del universo"*
>
> Después de la intervención: *"Estudia y analiza todos los fenómenos que se presentan en la naturaleza"* $E_{28,\ 10\text{-}1}$
>
> Antes de la intervención: *"Estudiar el por qué, el cómo, el para qué existen los fenómenos como el movimiento, la fuerza, la gravedad, la velocidad, el por qué el tamaño es importante y a la vez determinante dentro de un conjunto"*
>
> Después de la intervención: *"Todo lo que esta contenido en el universo, todos esos fenómenos naturales y cotidianos reuniendo todo esto en teorías y conceptos"* $E_{8,\ 10\text{-}3}$

Aunque todas las respuestas se salieron de lo particular, es necesario anotar que aun la mayoría no hace referencia en su enunciado, a los principios, teorías y leyes, lo que puede indicar que es necesario fortalecer este aspecto. Aun con esta dificultad implícita, se comprobó en las clases como el tener una perspectiva más amplia respecto al campo de estudio de la física posibilita el fortalecimiento de las discusiones en clase.

Los resultados relacionados con el **surgimiento de las teorías científicas** muestran una evolución importante, así se nota que en la prueba inicial el mayor porcentaje de respuestas incluía una concepción errada, afirmando que las teorías científicas eran originadas y desarrolladas por una sola persona de capacidad intelectual superior, ahora se ve como todas las estudiantes han asumido una actitud crítica ante esta afirmación y a través de las diferentes discusiones en clase transformaron esa noción, como se ve en las respuestas comparativas a continuación:

> Antes de la intervención: "*Creo que surgen de las investigaciones que hacen personas intelectuales interesadas en un tema especifico, lo estudian mucho y lo comprueban de allí salen las teorías científicas"*
>
> Después de la intervención: "A*lguien tiene una idea la comparte con la sociedad científica, se discute y según sus resultados experimentales se comprueba" $E_{1,\ 10\text{-}3}$*
>
> Antes de la intervención: "*Creo que surgen de manera espontánea, cierta persona piensa, e investiga sobre la teoría que quiere publicar, demostrando el porqué y una solución de las cosas."*
>
> Después de la intervención: "*Surgen como ideas que se tiene que plantear y ser evaluadas por los grupos de científicos, para que se pueda decir que es verdadera o falsa, es decir, si esta o no comprobada" $E_{13,\ 10\text{-}3}$*
>
> Antes de la intervención: "*Surgen desde cuando y donde los científicos, que crearon todas las fórmulas, como Newton que creó la ley de la inercia"*
>
> Después de la intervención: "S*urgen de una pregunta o idea a la que quisieron buscarle respuesta y después de experimentar mucho tiempo, demostrarla y ser aprobada se convierte en teoría" $E_{32,\ 10\text{-}3}$*

Es muy notorio el avance respecto a la forma en que se emplean los términos teoría e idea, los cuales eran un tanto confusos antes de las intervenciones, ahora en las respuestas se puede observar la diferenciación que se hace, cuando mencionan que todo se origina con una idea o pregunta, la cual debe ser involucrada en un proceso de investigación, cuyos resultados debe aprobar la comunidad científica para poder hablar de teoría.

Entre las afirmaciones hechas respecto a la **validación de las teorías científicas** y su surgimiento se encuentra una gran concordancia, en ambos casos se afirma que es la comunidad científica quien valida o no una teoría y será también la única en aceptar su ampliación o modificación, por lo que el 100% de las estudiantes hicieron referencia a esta idea.

Con relación a la **transformación de las teorías científicas**, independientemente de la efectividad que tuvieron las diferentes intervenciones pedagógicas, al propiciar cambios importantes en la estructura cognitiva de las estudiantes, se encuentra también un pequeño grupo (5,5%), que aun no acepta la idea de que las teorías científicas pueden ser susceptibles a cambios, los cuales serán el resultado de avances en el conocimiento y tendrán estar sujetos a exhaustivos procesos de análisis desde el campo disciplinar que se relacione con dicha teoría. La forma en que se les han presentado los contenidos curriculares a través del proceso instruccional que han recibido hasta grado décimo ha influido negativamente en sus concepciones acerca de las ciencias, como se ilustra en la afirmación que la estudiante E_{21} hace con relación a la mutabilidad de las teorías: *"Lo que nos enseñan es desde hace mucho tiempo y hasta el día de hoy no ha cambiado y si la teoría fue aprobada es por que es así"*

En general se percibe como el desarrollo de los diferentes talleres, empleando un enfoque epistemológico como estrategia, incidió positivamente en la evolución conceptual de las estudiantes, también cobró gran importancia el conocimiento de las nociones previas y los consecuentes obstáculos epistemológicos que debían ser superados para la correcta apropiación de las ideas trabajadas.

CAPITULO IX

Conclusiones

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos a través del desarrollo de los diferentes talleres y de la aplicación de las actividades de verificación de los avances se presentan las siguientes conclusiones:

- La propuesta de D. Ausubel con relación al aprendizaje significativo, es un referente adecuado para propiciar la evolución conceptual en física, llevando al docente que decide asumirlo en su clase, a la reflexión sobre como el esfuerzo por relacionar deliberadamente los nuevos conocimientos con conceptos relevantes ya existentes en la estructura cognitiva, incrementa las posibilidades de éxito en los procesos de enseñanza y aprendizaje. Por tanto, el docente debe propiciar la elaboración de nuevas estrategias metodológicas que propicien la identificación de las ideas previas y contribuyan a determinar cuáles son relevantes y cuáles representan un obstáculo en el aprendizaje.

- Los estudiantes que se enfrentan a nuevas realidades, específicamente en el campo del conocimiento científico, deben afrontar una serie de obstáculos epistemológicos generados a través de la experiencia y la percepción de la realidad. El reconocimiento adecuado de estos, al iniciar cualquier proceso de aprendizaje, permite al docente propiciar espacios que contribuyan a la superación de dichos obstáculos, y al estudiante lo lleva a asumir con una actitud más crítica y reflexiva, sus propias deducciones y concepciones del entorno.

  Se observa por ejemplo como el uso cotidiano de las palabras y su significado inicial, obstaculizan los procesos de aprendizaje de las ciencias, creando confusiones y llevando a los estudiantes a un uso inadecuado de los términos, como se identificó en el caso de los conceptos, masa y peso, los cuales se utilizaban indistintamente, al igual que presión y fuerza. En general se evidencia que para la apropiación de conceptos básicos de la hidrostática, la experiencia básica y el lenguaje utilizado comúnmente corresponden al obstáculo más recurrente en el proceso de aprendizaje.

- La presentación de los conceptos como ideas terminadas y descontextualizas, crea en los estudiantes una percepción inadecuada respecto al desarrollo de las teorías científicas, es conveniente que el docente propicie la construcción de significados

para cada uno de los conceptos que presenta a sus estudiantes. La epistemología brinda algunas herramientas que contribuyen al logro de este objetivo, además de impactar positivamente en la motivación hacia el aprendizaje.

- La epistemología de las ciencias no solo tiene elementos que enriquecen las intervenciones pedagógicas, sino que también podría contribuir a la formación de una actitud crítica en docentes y estudiantes, frente al conocimiento y a los procesos que se llevan a cabo en el acto educativo.

- El dotar de significado y contexto a cada uno de los conceptos, principios y leyes que se desarrollan en las clases de física en secundaria, favorece la motivación hacia el aprendizaje de las ciencias, lo que influye positivamente en la transformación de ideas previas que pueden ser obstáculos epistemológicos.

- La implementación de actividades a través de grupos colaborativos que favorecen el aprendizaje, propicia en los estudiantes el fortalecimiento de confianza, responsabilidad, liderazgo, capacidad para el trabajo en equipo y comunicación efectiva. Sin embargo, el inicio del trabajo con grupos que nunca han participado de esta estrategia metodológica se dificulta, como sucedió al desarrollar el proyecto, algunas de las estudiantes demandaban la explicación magistral, esperando que la profesora fuera protagonista de la clase y les diera todo un listado de formulas y definiciones para ellas poder memorizar, al discutir este asunto con el curso, argumentaban que la costumbre era escuchar al profesor, como decía alguna: "es mejor cuando no nos pone a hablar tanto, y lo único que se hace es escuchar y copiar", no obstante, a medida que transcurrían las clases, las estudiantes se fueron apropiando de las actividades, mejoraron sus niveles de participación y atención, lo que incidió positivamente en la construcción de saberes.

- Esta estrategia metodológica, posibilita la evaluación como un proceso continuo e integral, sin embargo, demanda del docente una actitud de constante atención y reflexión ante los aportes y preguntas de sus estudiantes, pues es lo que permite determinar la evolución cognitiva o las imprecisiones conceptuales existentes en el grupo.

  Los resultados de la evaluación en cada etapa de esta experiencia tenían como fin, ayudar a determinar los pasos a seguir, las estrategias a utilizar, en el proceso de formación y construcción de

los conocimientos. Aunque se determinó una nota numérica al finalizar el proceso, ésta fue producto de la coevaluación, es decir cada estudiante concertó su nota con la docente. Es de anotar que, al inicio de la intervención, las estudiantes solicitaban una calificación numérica, era difícil para ellas concebir la evaluación, sin un promedio entre las notas de un conjunto de actividades. Después de explicarles la estrategia y definir los criterios de evaluación, la mayoría asumió una actitud más positiva en las actividades.

El objetivo de este trabajo era determinar la incidencia que tienen la enseñanza de conceptos básicos de la hidrostática desde una perspectiva epistemológica, en el logro de un aprendizaje significativo y se puede decir que, aunque hay un largo camino por recorrer antes de hacer afirmaciones más categóricas, se logró evidenciar a través de los resultados obtenidos que este es una posible vía, si se quieren lograr aprendizajes significativos.

CAPITULO X

Bibliografía

AUSUBEL-NOVAK-HANESIAN. (1983). Psicología Educativa: Un punto de vista Cognoscitivo. México: TRILLAS.

BACHELARD. (2004). La Formación del Espíritu Científico. Buenos Aires: Editorial Argos. Vigésima quinta edición en español.

COLLAZOS. MENDOZA. (2006). Cómo aprovechar el aprendizaje colaborativo en el aula. Revista Educación y Educadores. Bogotá. 9 (2), Pag 61-76.

GALILEO (1615). Carta escrita a la señora Cristina de Lorena, Gran Duquesa de Toscana

GAMOW. (1971). Biografía de la física. España. Salvat Editores.

GARCÍA. (2009). "Aprendiendo hidrostática mediante actividades de investigación orientada: análisis de una experiencia con alumnos de 15-16 años área de ciencias" Revista Enseñanza de las Ciencias. 27(2), 273–286.

GARCIA. (2009). Historia, epistemología y enseñanza de las ciencias; caso mecánica de fluidos. Enseñanza de las Ciencias, Número Extra VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias, Barcelona, pp. 1256-1260

HALLIDAY - RESNICK - KRANE. (2001). Física Vol. 1. México. Cuarta edición.

LARRAÑAGA. (1999). Introducción a la mecánica de fluidos. México. 2da. Edición. Alfa omega Grupo Editorial.

MAYA. (2007). El taller educativo. Bogota D.C. Colección Aula Abierta.

MORA (1997). Sobre la naturaleza del conocimiento científico y sus implicaciones didácticas. Colombia. Revista Educación y Pedagogía. Vol. 9, N°18, mayo – agosto.

MULLER. (1993). La mecánica de fluidos. México. Tercera Edición. Editorial CECSA.

NARANJO (2009). Hipótesis Epistemológicas. Colombia. Editorial Taller gráfico

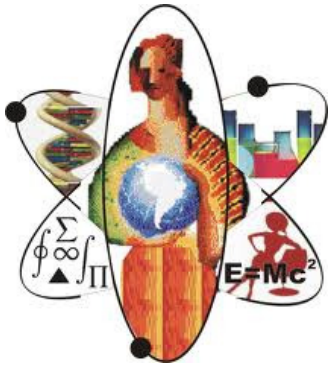
SALINAS - ALURRALDE. (2004). "¿Es importante la epistemología de las ciencias en la formación de investigadores y de profesores en física? Revista Historia y epistemología de las ciencias. 22(3), 455–462,

SALINAS - COLOMBO. (2006). Modelos explicativos que estructuran las ideas de los estudiantes en física: aportes, resultados e interpretaciones para el aprendizaje del empuje. Facultad de Ciencias Exactas UNSA. Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología UNT.

SERWAY - FAUGHN. (2005). Fundamentos de Física. Thomson.

ZUNINI. (2007). Docente como obstáculo epistemológico. Revista Informática Educativa y Medios Audiovisuales. 4 (9). Pág 28 – 34.

ANEXO 1



CUESTIONARIO DE INDAGACIÓN INICIAL
Asignatura: Física 10°

Responde las preguntas formuladas a continuación teniendo en cuenta lo que sabes o consideres correcto al respecto, debes ser muy sincera en tus respuestas:

Sustenta tus afirmaciones

1. ¿Cuál crees que es el objeto de estudio de la física?

2. ¿Cómo crees que surgen las teorías científicas?

3. ¿Quién o quiénes crees que le dan validez a una teoría científica, es decir, quién acepta como verdadera una teoría científica?

4. ¿Crees que las teorías físicas surgen y se mantienen intactos a través de la historia?

5. ¿Es posible que una teoría que ya se haya validado dentro de una comunidad científica y una sociedad pueda ser invalidado en algún momento?

ANEXO 2

GUIA PARA EL TALLER SOBRE FLUIDOS
Asignatura: Física 10°
Tema: Fundamentos de la mecánica de fluidos
Tópico: Fluidos como medios continuos
Materiales: Globos de fiesta

Responde justificando cada una de tus respuestas:

1. Cotidianamente escuchas o utilizas las palabras fluir o fluido, sabes que los fluidos se mueven por dentro y por fuera de los seres humanos, la sangre circula por las venas, el aire viaja hasta los pulmones ¿cómo podríamos entonces caracterizar los fluidos?

Participa en la discusión acerca de este concepto antes de continuar respondiendo las preguntas

2. Toma la bomba y realiza algunas marcas semejantes entre sí alrededor de su superficie, ínflala y observa con tu grupo qué sucede con estas marcas. ¿Crees que el aire que introduces a la bomba afecta de la misma manera todas las paredes en el interior?

3. Seguramente has usado una manguera y aplicado la técnica de cerrar un poco la salida del agua con el dedo ¿Qué efecto tiene en el agua, el cambio en el tamaño del orifico de salida?
   ¿Será que al interior de la manguera toda el agua va a la misma velocidad? Explica tu respuesta

4. Teniendo en cuenta que muchos de los principios que hoy se aplican comenzaron a tomar forma en la antigüedad y que no se contaba con la tecnología necesaria para mirar los fluidos a nivel microscópico, ¿crees se pueden estudiar ignorando su estructura molecular y asumiéndolos como un solo "objeto", como un *medio continuo?*

Nombra un relator para que comparta las ideas del equipo con el resto del grupo

Un poco de historia

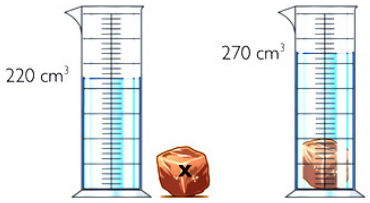
La historia de los fluidos se remonta como casi todos los conceptos de física clásica, a las civilizaciones antiguas, sumerios, chinos, griegos, todos ellos tenían conocimientos rudimentarios pero suficientes para solucionar sus problemas. Uno de los más famosos estudiosos de la antigüedad fue el matemático, físico, ingeniero, inventor y astrónomo griego Arquímedes, quien formuló las leyes de flotabilidad y las supo aplicar a cuerpos sumergidos, utilizando cierta forma de cálculo diferencial en su análisis. Construyó el tornillo sin fin usado después por los romanos en la construcción de acueductos que perfeccionaron por siglos y lideraron el estudio de la mecánica de fluidos hasta el renacimiento.

Investiga qué otros personajes se interesaron en estudiar los fluidos. ¿Que situaciones de la cotidianidad de estas culturas y personas, crees que han llevado a la evolución de estas teorías?
Comparte tus adelantos con la clase.

ANEXO 3

GUIA #1 PARA EL TALLER SOBRE CONCEPTOS BÁSICOS

Asignatura: Física 10°
Tema: Fundamentos de la mecánica de fluidos
Tópicos: Masa, densidad y peso



Para develar el comportamiento de los fluidos es necesario antes que comprendas algunos conceptos, como son volumen, masa y densidad. En esta actividad deberás plasmar las ideas que rondan en tu cabeza respecto a estos conceptos, lee atentamente y responde con tranquilidad, pues la idea es que quede claro lo que conoces y desconoces acerca de estos, para luego discutirlos y aclararlos en clase, así que a trabajar:

La masa es una de las magnitudes fundamentales de la física, muchos de los fenómenos de la naturaleza están estrechamente relacionados con ella, trata de definir este concepto físico, si se te dificulta puedes también describir situaciones en las cuales creas que está involucrada:

La palabra densidad viene del latín *densitas* que significa grosor, sin embargo este significado original ha variado un poco desde la antigüedad, probablemente has escuchado hablar de densidad de la materia, de la densidad de un bosque o de la densidad poblacional. Dentro de la física que significado crees que tiene esta palabra:

Crees que existe alguna relación entre los conceptos de masa, densidad y volumen, ¿qué te dice tu intuición? Trata de elaborar una frase o idea en la que involucres estos tres conceptos

La palabra peso viene del latín *pesum*, y ésta del verbo *pendere* que significa colgar, qué significado le das tú a la palabra peso, en el contexto de la física:

Con qué otros conceptos físicos relacionarías el peso:

Esta actividad finaliza con una puesta en común, así que nombra un relator para que comparta las ideas del equipo con el resto del grupo.

ANEXO 4

GUIA #2 PARA EL TALLER SOBRE CONCEPTOS BÁSICOS

Asignatura: Física 10°
Tema: Fundamentos de la mecánica de fluidos
Tópicos: Densidad

En el caso de los cuerpos regulares es fácil calcular su volumen, pero qué sucede con los cuerpos irregulares. ¿Podría alguna propiedad de la materia ayudarnos a resolver este problema?

Manos a la obra: lee con atención la historia que se presenta en esta guía y trata de determinar el volumen del objeto entregado por tu profesora, con los materiales que encuentras en el salón (beaker, vasos plásticos sin graduación, regla, balanza).

"En el siglo III a.C., el rey Hierón II gobernaba Siracusa. Siendo un rey ostentoso, pidió a un orfebre que le crease una hermosa corona de oro, para lo que le dio un lingote de oro puro. Una vez el orfebre hubo terminado, le entregó al rey su deseada corona. Entonces las dudas comenzaron a asaltarle. La corona pesaba lo mismo que un lingote de oro, pero ¿y si el orfebre había sustituido parte del oro de la corona por plata para engañarle? Ante la duda, el rey hizo llamar a Arquímedes que era uno de los más famosos sabios y matemáticos de la época.

Arquímedes desde el primer momento supo que tenía que calcular la densidad de la corona para averiguar así si se trataba de oro puro, o además contenía algo de plata. La corona pesaba lo mismo que un lingote de oro, así sólo le quedaba conocer el volumen, lo más complicado. El rey Hierón II estaba contento con la corona, y no quería fundirla si no había evidencia de que el orfebre le había engañado, por lo que Arquímedes no podía moldearlo de forma que facilitara el cálculo de su volumen.

Un día, mientras tomaba un baño en una tina, Arquímedes se percató de que el agua subía cuando él se sumergía. En seguida comenzó a asociar conceptos: él al sumergirse estaba desplazando una cantidad de agua que equivaldría a su volumen. Consecuentemente, si sumergía la corona del rey en agua, y medía la cantidad de agua desplazado, podría conocer su volumen. Sin ni siquiera pensar en vestirse, Arquímedes salió corriendo desnudo por las calles emocionado por su descubrimiento, y sin parar de gritar ¡Eureka! ¡Eureka!, lo que traducido al español significa "¡Lo he

encontrado!". Sabiendo el volumen y el peso, Arquímedes podría determinar la densidad del material que componía la corona.

Así tomó una pieza de plata del mismo peso que la corona, y otra de oro del mismo peso que la corona. Llenó una vasija de agua hasta el tope, introdujo la pieza de plata y midió la cantidad de agua derramada. Después hizo lo mismo con la pieza de oro. De este modo, determinó qué volumen equivalía a la plata y qué volumen equivalía el oro.

Repitió la misma operación, pero esta vez con la corona hecha por el orfebre. El volumen de agua que desplazó la corona se situó entre medias del volumen de la plata y del oro. Ajustó los cálculos y determinó de forma exacta la cantidad de plata y oro que tenía la corona, demostrando así ante el rey Hierón II que el orfebre le había intentado engañar."

Tomado de http://recuerdosdepandora.com/ciencia/quimica/el-principio-de-arquimedes-eureka-corona-oro-heron/#ixzz1fKLpFcI0

Responde justificando cada una de tus respuestas:

¿Describe el procedimiento utilizado para determinar el volumen del objeto?

¿Crees que la densidad del objeto cambia si lo comprimimos para que ocupe un espacio más pequeño, es decir, si disminuimos su volumen? Explica tu respuesta

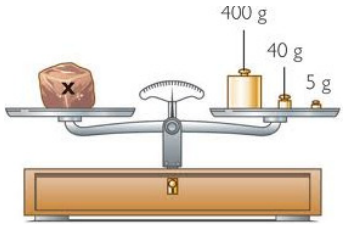
¿Qué crees que sucede con la densidad si quitamos un poco de la materia que lo compone y conservamos su tamaño, es decir, si continúa ocupando el mismo espacio teniendo menos masa?

¿Qué relaciones de proporcionalidad establecerías entre la densidad, el volumen y la masa?

Es hora de que nombres un relator para que comparta las ideas del equipo con el resto del grupo.

ACTIVIDAD PARA LA VERIFICACIÓN DE LOS APRENDIZAJES (Esta se realizó unas semanas después de finalizado el taller)

Asignatura: Física 10°
Tema: Fundamentos de la mecánica de fluidos
Tópico: Densidad, masa y peso



Piensa y explica:

1. ¿Cómo defines el concepto de masa, puedes utilizar un ejemplo para definirla?

2. ¿Cómo defines el concepto de densidad?

3. ¿Qué relación de proporcionalidad establecerías entre la masa, la densidad y el volumen de una sustancia?

4. ¿Cuál es la diferencia entre los conceptos de masa y peso?

5. Se tienen dos sustancias de diferente densidad, la sustancia A tiene el doble de la densidad de la sustancia B y cada una se encuentra ocupando un espacio de $100cm^3$. ¿Cuál de las dos sustancias tiene más masa?

6. Determina qué ocupa más espacio, una sustancia A de masa 5kg y densidad $10kg/m^3$, o una sustancia de masa 50kg y densidad de $2kg/m^3$

ANEXO 5

GUIA #1 PARA EL TALLER SOBRE PRESIÓN

Asignatura: Física 10°
Tema: Fundamentos de la mecánica de fluidos
Tópico: Hidrostática (el concepto de presión)
Materiales: un zapato con tacón de punta y un zapato con tacón de base más gruesa.

Antes de iniciar la actividad planteada responde ¿Qué crees que es la presión, en el contexto de la física?

Manos a la obra: te debes ponerte un zapato en cada pie y pararte sobre el bloque de arcilla, relaja tu cuerpo, tratando de mantener una posición erguida, posibilitando que el peso quede equilibrado en los dos pies.

Ahora observa el orificio que dejó cada uno de los tacones en la arcilla.

Piensa y explica:
¿Cuál de los dos tacones se hundió más en la arcilla?

¿Qué fuerza estaba actuando sobre la arcilla? ¿Era la misma en los dos tacones?

La palabra presión proviene del griego ***piez-*** πιέζω, es un verbo que significa "hacer presión", cómo relacionas el fenómeno anterior con esta palabra:

¿Qué relación establecerías entre la fuerza ejercida, la presión experimentada y el área de contacto?

Discute tus respuestas con el grupo

ANEXO 6

GUIA #2 PARA EL TALLER SOBRE PRESIÓN

Asignatura: Física 10°
Tema: Fundamentos de la mecánica de fluidos
Tópico: Hidrostática (Presión atmosférica)
Materiales: vaso de vidrio, papel, agua

Procedimiento:

Tapa el vaso con agua con un pedazo de papel más grande que su boca, procura que se moje un poco el papel que está en contacto con el vaso.
Pon una mano sobre el papel y voltéalo boca abajo, retira la mano que sostiene el papel pero sigue sosteniendo el vaso.
De preferencia hazlo en el patio por si no funciona el experimento.

Describe tus observaciones:

¿Cómo explicas este fenómeno?

Discute tus respuestas con la clase

Por miles de años, los hombres consideraron al aire sin peso ¿Tu crees que esto es posible? Justifica

Sobre nuestros cuerpos tenemos más de 900km de atmosfera, compuesta por diferentes gases, como el nitrógeno, el oxigeno, el helio y el ozono, es muchísimo aire presionando nuestros cuerpos. ¿Cómo es que los animales y las personas que están en la Tierra pueden soportar una presión tan grande?

¿Hacia que dirección o direcciones crees que ejercen los gases presión?

¿Crees que la presión que experimenta un montañista en el Everest (el monte más alto de nuestro planeta), es la misma que experimenta una persona que se encuentre en un lugar al nivel del mar? Explica tu respuesta

ACTIVIDAD PARA LA VERIFICACIÓN DE LOS APRENDIZAJES (Esta se realizó unas semanas después de finalizado el taller)

Asignatura: Física 10°
Tema: Fundamentos de la mecánica de fluidos
Tópico: Hidrostática (el concepto de presión)

Piensa y explica:

1. ¿Qué es la presión?

2. ¿Qué debe doler más una pisada de un elefante o la de una señora con tacones?
Supongamos que un elefante posee una masa de 6200kg, por lo que su peso será 62000 N (aproximando g a 10 m/s^2) y que la superficie de una pata es de $0.16m^2$, mientras que una señora elegante que tiene una masa de 50Kg, es decir pesa 500 N, lleva unos zapatos de tacón muy puntiagudo y la superficie del tacón es de $0.5cm^2$ ($0,00005\ m^2$). ¿Cuál de las dos pisadas duele más? Argumenta tu respuesta

3. ¿Cómo es posible que no nos aplaste la presión de la atmósfera?

ANEXO 7

GUIA PARA EL TALLER SOBRE PRESIÓN HIDROSTÁTICA

Asignatura: Física 10°
Tema: Fundamentos de la mecánica de fluidos
Tópico: Presión Hidrostática
Materiales: una botella plástica de 2.5 litros de gaseosa, agua y cinta.

Antes de iniciar la actividad práctica socialicen con el grupo las ideas que tienen, con relación a la pregunta que se hace a continuación:

La palabra hidrostática proviene del griego *hydor (agua) statikos (estático),* ¿A qué crees que se refiere el termino, presión hidrostática?

Manos a la obra:
Para realizar nuestro experimento hacemos tres agujeros a distinta altura en una botella de plástico, los tapamos provisionalmente con cinta aislante y llenamos la botella completamente de agua. No ponemos el tapón de la botella. Deben quitar la cinta y destapar los agujeros.

Observa y Explica:
1. ¿Cómo es la dirección de cada uno de los chorritos, es decir, qué ángulo forma cada chorrito con la superficie de la botella?

2. ¿Cuál será entonces la dirección de la fuerza que hace que salga agua por el orificio? Y ¿Cuál crees que sea esa fuerza?

3. ¿Por cuál de los orificios sale con mayor velocidad el agua? ¿Cómo justifican este hecho?

4. ¿A cuál de las tres alturas, con relación a los agujeros, crees que se sentirá mayor presión y por qué?

5. ¿Cuál presión es mayor?
a) En el fondo de una tina llena de agua de 30 cm. de profundidad ó,
b) En el fondo de una jarra de 35 cm. de profundidad que contiene agua.

Es hora de que nombres un relator para que comparta las ideas del equipo con el resto del grupo.

ACTIVIDAD PARA LA VERIFICACIÓN DE LOS APRENDIZAJES (Esta se realizó unas semanas después de finalizado el taller)

Asignatura: Física 10°
Tema: Fundamentos de la mecánica de fluidos
Tópico: Presión Hidrostática

Piensa y explica:

1. Las personas tenemos un fluido que circula por nuestro cuerpo, la sangre, como cualquier otro genera una presión interna. ¿Qué experimentaría el cuerpo de una persona que se encuentre en un planeta sin presión atmosférica? ¿Y en el de una que se sumerja a una gran profundidad en el mar? ¿Qué relación tiene esto con nuestra presión interna?

2. ¿Qué variables intervienen en la presión experimentada por un cuerpo sumergido en un fluido en equilibrio?