

**HACIA UN APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO DEL CONCEPTO DE PRESIÓN  
HIDROSTÁTICA**

**Informe Final Trabajo de Investigación**

**Eliana Isabel Cardona Cortés**

**Mónica Eliana Cardona Zapata**

**Tatiana María Serna Agudelo**

**ASESORA:**

**Dra. Sonia López Ríos**

**Línea de Investigación en TIC para la Enseñanza de las Ciencias y la Matemática**

**Licenciatura en Matemáticas y Física**

**Facultad de Educación**

**Universidad de Antioquia**

**Medellín**

**2014**

## AGRADECIMIENTOS

Si nos encontramos a alguien que nos debe, enseguida lo recordamos.

¡Cuántas veces nos encontramos con alguien al que debemos agradecimiento y no pensamos en ello!

Rendimos un homenaje de agradecimiento a cada una de las personas que se hicieron partícipes con su presencia y ausencia para que este proyecto llegara a feliz término.

En primer momento damos gracias a Dios nuestro creador, que nos regaló la vida y tantas cosas bellas para disfrutar y aportar al mundo, en función de la hermosa labor del maestro.

A nuestros amados padres y familiares, quienes con su paciencia infinita, apoyo y aliento, motivaron a diario nuestro desfallecer ante el cansancio y el agotamiento.

A nuestra asesora Sonia López Ríos, Doctora en Enseñanza de las Ciencias, quien nos acompañó y guio en el proceso de la investigación, donde su apoyo incondicional fue fundamental para poder llevarlo a cabo.

A la Institución Educativa Presbítero Antonio José Bernal Londoño, por abrirnos las puertas y brindarnos los espacios necesarios para la ejecución de nuestra propuesta.

Al docente Juan Miguel Rivas, Licenciado en Matemáticas y Física, quien con su aceptación, nos permitió compartir con los estudiantes el desarrollo de las actividades, mediante las cuales fue posible el alcance del objetivo propuesto en esta investigación.

A cada uno(a) de los(as) estudiantes del grado 10ºA que hicieron parte activa en la investigación, agradecemos su cariño, confianza y aceptación, siempre los llevaremos en el corazón de maestras que al transcurrir del tiempo se ha ido forjando en nuestro ser.

A la Facultad de Educación de la Universidad de Antioquia, quien con su formación pedagógica nos ha mostrado el verdadero sentido de la vocación, del trabajo valioso que se tiene cuando se es maestro, a ella nuestra gratitud infinita por lo que ha creado en nosotras durante este tiempo.

En fin, gracias a cada persona que aportó al desarrollo oportuno de este trabajo, hemos logrado alcanzar una parte de nuestro más preciado objetivo, encontrar maneras diferentes para aportar a que la educación se encamine en vía de la calidad.

Ahora cuando entregamos a la comunidad educativa y a todos los que se acerquen a este producto, fruto de la investigación, comprendan que se puede indagar en metodologías y conceptos a partir de las necesidades que se presentan en los diferentes contextos a donde quiera que vaya nuestra razón de maestros.

Gracias y mil gracias.....

## TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN .....	8
CAPÍTULO 1 .....	13
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	13
Formulación del Problema .....	20
Objetivos .....	21
General.....	21
Específicos.....	21
CAPÍTULO 2.....	22
REVISIÓN DE LITERATURA .....	22
Eje Temático N° 1: Reflexiones y estrategias para la enseñanza del concepto de presión.....	23
Eje Temático N°2: La Teoría del Aprendizaje Significativo para la enseñanza del concepto de presión .....	33
Eje Temático N°3: Simulaciones computacionales para la enseñanza de la mecánica de fluidos .....	37
Eje Temático N°4: Enseñanza del concepto de presión por medio de simulaciones computacionales .....	41
CAPÍTULO 3.....	44
MARCO TEÓRICO.....	44
Una mirada a la incorporación de las TIC en la Educación .....	44
Las TIC en la Enseñanza de las Ciencias .....	47
Referentes pedagógico-didácticos.....	49
Teoría de Aprendizaje Significativo de Ausubel.....	49
Teoría de la Interacción Social de Vygotsky.....	53
Estrategias de Enseñanza .....	57
Aprendizaje Colaborativo.....	57
Mapas conceptuales .....	59
Método POE (Predecir, Observar, Explicar).....	60
CAPÍTULO 4.....	62
FUNDAMENTACIÓN METODOLÓGICA .....	62
Enfoque de la Investigación .....	62
Metodología de enseñanza .....	64
Contexto de la investigación.....	65
Instrumentos para la recolección de información.....	67
Propuesta pedagógico-didáctica .....	71

Instrumentos y procedimientos para el análisis de la información .....	76
CAPÍTULO 5 .....	80
ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....	80
CAPÍTULO 6 .....	102
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	102
REFERENCIAS .....	107
ANEXOS .....	115

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Diagnóstico.....	115
Anexo 2: Laboratorio Virtual:.....	119
Anexo 3: Primer cuestionario basado en el método POE .....	120
Anexo 4: Simulación “Bajo presión” .....	123
Anexo 5: Segundo cuestionario basado en el método POE .....	124
Anexo 6: Historia de la Mecánica de fluidos .....	126
Anexo 7: Simulación Masa y Volumen .....	128
Anexo 8: Preguntas de los experimentos .....	128
Anexo 9: Encuesta de valoración de la propuesta didáctica .....	129
Anexo 10: Preguntas Entrevista semiestructurada individual.....	130
Anexo 11: Mapa conceptual inicial.....	131
Anexo 12: Mapa conceptual final .....	132
Anexo 13: Respuestas de los estudiantes en el trabajo individual .....	133
Anexo 14: Situaciones de la vida cotidiana propuestas por los estudiantes.....	135
Anexo 15: Protocolo de compromiso ético y aceptación de los y las participantes en la investigación.....	137

## LISTA DE TABLAS Y FIGURAS

Figura 1. Revisión de literatura.....	222
Tabla 1. Ejes temáticos de Revisión de Literatura.....	233
Figura 2. Esquema de conceptos sobre la Teoría de Aprendizaje Significativo .....	522
Figura 3. Esquema sobre la teoría de la Interacción Social de Vygotsky .....	555
Tabla 2. Niveles de predisposición para el aprendizaje .....	677
Tabla 3. Síntesis de la Propuesta Pedagógico-Didáctica .....	754
Tabla 4. Categorías Apriorísticas.....	788
Tabla 5. Respuestas de los estudiantes en el segundo cuestionario del método POE.....	822
Tabla 6. Respuestas de los estudiantes en el segundo cuestionario del método POE.....	900
Tabla 7. Respuestas de los estudiantes en la entrevista semiestructurada .....	922
Tabla 8. Respuestas de los estudiantes en la entrevista semiestructurada .....	977

## INTRODUCCIÓN

*“A la hora de concretizar la enseñanza en una situación de clase, se presenta un doble desafío entre articular lo que el alumno ya sabe y lo que se le presenta como nuevo, de manera que lo nuevo no sea tan complejo que no pueda afrontarlo. Muchos trabajos dan cuenta que la mediación entre el conocimiento científico y la comprensión es una tarea muy compleja”.*

*Pozo y Gómez, 1998*

El presente trabajo surge de la necesidad de pensar la enseñanza de la física como un proceso que abarca no solo lo teórico y formal sino también que se pregunta por las relaciones que puede establecer el ser humano entre el conocimiento que tiene del mundo en que habita, y cómo éste le sirve para comprender diversos fenómenos que en él se presentan. De esta manera, la enseñanza de la física debería ser contextualizada, aunque esto no es lo que sucede en la realidad, debido a la forma como es presentada en el aula, donde generalmente la idea que se transmite a los estudiantes es que los conceptos se deben matematizar, impidiendo que se establezca una relación entre las fórmulas que se plantean y lo que ocurre en el fenómeno físico estudiado; por lo cual los estudiantes no ven la aplicabilidad de estos conceptos en la vida cotidiana.

El reconocimiento de esta situación ha llevado a reflexionar sobre una manera alternativa de enseñar la física en el aula desde una postura crítica, reflexiva y en pro del favorecimiento de un aprendizaje significativo por parte de los estudiantes. Por lo cual, se ha construido e implementado una propuesta didáctica haciendo uso de tecnologías computacionales, específicamente, de las simulaciones computacionales como recurso didáctico. Dichas simulaciones están orientadas desde diferentes estrategias de enseñanza buscando favorecer en el



estudiante un aprendizaje significativo de algunos conceptos físicos. En este caso se pretende abordar el concepto de presión hidrostática, dado que dicho concepto hace parte de la propuesta curricular, específicamente de grado décimo, y muchas veces no se enseña o se deja para el final del curso, sin tener en cuenta que hechos tan simples como respirar, tomar una ducha, levantar grandes masas, tener un sistema circulatorio y un corazón que bombee sangre, se pueden explicar gracias a este concepto.

Dentro de los referentes teóricos en que se fundamenta este trabajo se destaca la Teoría del Aprendizaje Significativo de Ausubel que nos plantea la necesidad de tener en cuenta los aprendizajes previos del estudiante ya que “el significado del nuevo conocimiento, viene de la interacción con algún conocimiento específicamente relevante ya existente en la estructura cognitiva del aprendiz” (Moreira, 2009, p. 31). Desde esta perspectiva la interacción juega un papel fundamental en el aprendizaje significativo pues es sólo a través de ella que el estudiante asimila significados nuevos y antiguos “...construyendo una estructura cognitiva más organizada y diferenciada” (Moreira, 2009, p. 33). Teniendo en cuenta que “esta estructura cognitiva no se produce considerándola como un todo, sino como aspectos relevantes presentes en la misma; que reciben el nombre de subsumidores o ideas anclaje” (Palmero, Moreira, Caballero & Greca, 2008, p. 11).

De esta manera, la implementación de esta propuesta estuvo enfocada en promover espacios y condiciones propicias para el intercambio de significados entre los mismos estudiantes, donde el aprendizaje colaborativo actúa como una estrategia que permite involucrar a los estudiantes en la construcción de conocimiento a través de la interacción con sus pares, y desarrollar capacidades sociales necesarias para su interacción social.

Como lo afirma Roza (2008):

...es en sí, una metodología de aprendizaje en la que todos se esfuerzan de acuerdo a sus capacidades y destrezas de tal forma que todos realizan un aporte ecuánime y por ende adquieren un conocimiento más estructurado y con un mejor nivel de profundización. (párr. 2)

Lo anterior se encuentra estrechamente ligado con la Teoría de la Interacción Social de Vygotsky (1987), la cual propone la socialización como medio de desarrollo de los procesos mentales superiores del ser humano y considera fundamental la interacción social para el desarrollo cognitivo y lingüístico de cualquier individuo, puesto que de esta manera se realiza intercambio y construcción de significados. Para llevar a cabo esto último se debe hacer uso de la mediación o de una actividad mediada directa, la cual incluye el uso de diferentes instrumentos y signos, por lo cual se considera que “la computadora representa un medio particular que involucra instrumentos de mediación que son apropiados y significados de manera especial por cada sujeto, a partir del contexto sociocultural del que se forma parte como también de su historia personal” (Bentolila & Clavijo, 2001, p. 123).

Para propiciar la construcción de significados fueron implementadas estrategias como el aprendizaje colaborativo, mencionado anteriormente; la elaboración de mapas conceptuales, los cuales, según Moreira (2009) son instrumentos capaces de poner en evidencia los significados atribuidos a los conceptos y relaciones entre conceptos en el contexto de un cuerpo de conocimiento, de una disciplina, de una materia de enseñanza, que en este caso sería la física. Además, se incluye el método POE (Predecir, Observar y Explicar), para orientar el trabajo con las simulaciones computacionales, a partir de la predicción, observación y posterior explicación de las posibles discrepancias entre sus predicciones y el fenómeno simulado.

Este trabajo estuvo fundamentado en una investigación cualitativa, específicamente en el estudio de caso, definido por Stake (1998) como “una investigación de una unidad específica, situada en su contexto, seleccionada según criterios predeterminados y, utilizando múltiples fuentes de datos que se propone ofrecer una visión holística del fenómeno estudiado” (Mazzoti, 2006, p. 643). El estudio de caso permite además, comprender de una manera más precisa una situación particular, es decir, con esta metodología no se llega a una nueva comprensión de un fenómeno, sino que se aborda con mayor profundidad un caso ya existente que puede ser un individuo, un grupo pequeño, una institución, un programa o un evento. Y en el contexto particular de esta investigación se buscó comprender las implicaciones que tienen diversas estrategias de enseñanza en la orientación de las simulaciones computacionales para el favorecimiento del aprendizaje significativo en los estudiantes.

Este trabajo está organizado en seis capítulos en los cuales se presentan de forma estructurada todos los elementos que hicieron parte de esta investigación. En el primer capítulo se encuentra el planteamiento del problema, donde se mencionan los principales factores que llevaron a la formulación de la pregunta de investigación y los objetivos que guiaron el diseño e implementación de la propuesta de enseñanza. En el segundo capítulo se presenta una revisión de literatura dividida en cuatro ejes temáticos, que están relacionados con las estrategias didácticas, las teorías y la temática que fundamenta esta investigación, desde los aportes de otras investigaciones realizadas en diferentes partes del mundo. En el tercer capítulo se expone el marco teórico, donde se describen las diferentes perspectivas que se tienen de la incorporación de las TIC en la Educación y en la Enseñanza de las Ciencias en particular, además de los

referentes pedagógico-didácticos y las estrategias de enseñanza que fundamentan la propuesta implementada.

En el cuarto capítulo correspondiente a la fundamentación metodológica, se desarrolla la metodología de investigación y de enseñanza, en las cuales se presenta el tipo de investigación, la propuesta pedagógico-didáctica, el contexto en el que fue implementada y los instrumentos de recolección y análisis de la información. En el quinto capítulo se analizan y discuten los resultados obtenidos al implementar la propuesta, a la luz de los objetivos de la investigación y del marco teórico en el que se fundamenta. En el sexto capítulo se presentan las conclusiones que corresponden a cada una de las preguntas de investigación, con base al análisis de resultados; y a partir de estas conclusiones se formulan algunas recomendaciones para la posible implementación en otros contextos de la propuesta aquí presentada. Por último se encuentran las referencias que apoyan el presente trabajo y los anexos correspondientes a los instrumentos empleados durante el desarrollo de la propuesta y algunas evidencias de su implementación.

## CAPÍTULO 1

### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Para el Ministerio de Educación Nacional (1998),

La escuela, como un sistema social y democrático "...debe educar para que los individuos comprendan la naturaleza compleja del ambiente, resultante de la interacción de sus aspectos biológicos, físicos, químicos, sociales, económicos y culturales; construyan valores y actitudes positivas para el mejoramiento de las interacciones hombre-sociedad naturaleza, para un manejo adecuado de los recursos naturales y para que desarrollen las competencias básicas para resolver problemas ambientales. (p. 23)

Por esto, una de sus principales misiones es la de aprovechar el conocimiento común y las experiencias previas de los alumnos para que ellos en un proceso de transformación vayan construyendo conocimiento científico y tengan acceso a los diferentes saberes para socializarlos y ponerlos al servicio de la comunidad. De esta manera, la escuela ha de convertirse en un espacio que proporcione nueva información a los estudiantes recreando los conocimientos ya existentes, con la intención de que ellos adquieran un significado y sea posible su aplicación en situaciones de la vida cotidiana, de acuerdo con Moreira (2003)

La Educación en Ciencias... tiene como objetivo hacer que el alumno aprenda a compartir significados en el contexto de las ciencias, o sea, interpretar el mundo desde el punto de vista de las ciencias, manejar algunos conceptos, leyes y teorías científicas, abordar problemas razonando científicamente, identificar aspectos históricos, sociales y culturales de las ciencias. (p. 1)

Considerando dicho objetivo, los docentes tienen el gran reto de lograr que la enseñanza de la ciencia no se convierta en algo rutinario, sino que involucre a los estudiantes en su proceso de formación académica, particularmente en ciencias, de tal manera que alcance el desarrollo de diferentes procesos cognitivos que le permitan explicar, describir, analizar, definir, comparar (Bachelard, 1996, citado por Souza, Bastos & Peres, 2008), los fenómenos que suceden en su entorno, logrando así que el estudiante obtenga un aprendizaje significativo de los conceptos científicos, llegando de esta manera a transformarlos y convertirlos en algo útil para la vida; como lo afirma Gordillo (2003, p. 2) “las ciencias no deberían aprenderse sólo “porque están ahí”, mucho menos deben ser enseñadas con esa idea... Los saberes científicos que están en los currículos prescritos son sólo una parte de los saberes científicos que podrían ser enseñados”.

Lograr esta transformación de la enseñanza puede ser uno de los grandes problemas de nuestros programas curriculares debido a la falta de perspectiva histórica impregnada en ellos, que es la que permite relativizar la concepción de realidad y la de verdad. Como se afirma en los lineamientos curriculares de ciencias naturales (MEN, 1998), cuando se piensa en la verdad como absoluta o en la realidad como algo independiente de la comunidad científica que la concibe, se asume que el juego de la ciencia se ha acabado, que ya lo conocemos todo, sin tener en cuenta que a través de la historia, las sociedades de seres humanos han desarrollado una gran cantidad de conceptos y de ideas acerca del mundo físico, biológico, psíquico y social. Además estos están en constante cambio, lo que hace que la ciencia no se pueda considerar como algo acabado, sino que cada vez se establecen nuevas relaciones lógicas que conforman verdaderos sistemas de conocimiento llamados teorías, que le han brindado al ser humano, a través de generaciones, la oportunidad de entender cada vez mejor la especie humana y el entorno en el que ella habita.

De esta manera, ha sido posible desarrollar leyes y modelos que han tratado de responder a muchos de los interrogantes que han surgido a lo largo de la historia de la humanidad y que se han transmitido de generación en generación gracias a la preocupación del ser humano por comprender el mundo que lo rodea. Sin embargo, los estudiantes normalmente creen que la realidad es como se dice en los libros, pocas veces son conscientes de que lo que estudian en los libros son diversos modelos que han sido construidos por diferentes sociedades y culturas, y no consideran que algún día estos pueden ser superados por otros, donde incluso ellos pueden ser partícipes (MEN, 1998; Gordillo, 2003). Según Gordillo (2003), la ciencia enseñada está muchas veces desligada del entorno en el que se forma el estudiante, afirmando que

...incluso la propia imagen de la ciencia que se transmite en las aulas es, muchas veces, una deformación respecto de la ciencia que se hace realmente fuera de ellas. Esas visiones deformadas de la actividad científica hacen que en las aulas se transmitan determinados prejuicios no justificados sobre el carácter de la actividad científica. (p. 4)

Lo anterior, fuera de generar confusiones hace difícil trabajar ciertos contenidos, como en el caso de la física, la cual puede convertirse en un desafío tanto para los docentes como para los estudiantes, puesto que se evidencia una gran dificultad por parte de éstos en la comprensión de los significados y en la relación que establecen entre la teoría y la práctica al enfrentarse a situaciones de la vida cotidiana. Parfraseando a Fiolhais & Trindade (2003): una característica de la física que la torna particularmente difícil para los estudiantes es el hecho de enfrentarse con conceptos abstractos y en gran medida contrarios a su sentido común. La capacidad de abstracción de los estudiantes, en especial de los más jóvenes es reducida, en consecuencia,

muchos de ellos no consiguen conectar la física con la vida real, impidiendo que se tenga una visión de su entorno de forma más racional, por lo tanto al momento de dar una explicación de lo que pasa no tienen bases y argumentos suficientes para responder.

Uno de los aspectos que evidencia esta realidad en Colombia son los resultados de las pruebas SABER de los últimos años en el área de ciencias naturales, específicamente en física, ya que se ha visto un gran déficit en la aplicación de diversos temas debido a la conceptualización que se tiene de éstos en los grados superiores de las instituciones educativas; puesto que el sistema educativo, muchas veces competitivo, valora más el resultado final (diciendo si la respuesta es correcta o no) que los procesos de razonamiento acerca de los propios conceptos y no se realiza un análisis reflexivo en cuanto a las dificultades que se presentan en el ámbito escolar, tanto en la metodología empleada por el docente como en el proceso formativo del estudiante. A esto se suma el hecho de que el diseño de los materiales de apoyo para la enseñanza no abordan estos conceptos físicos de una forma adecuada, y algunos docentes consideran que lo que puede y debe ser enseñado de las ciencias es lo que aparece en los boletines oficiales y libros de texto para la educación media, en donde asumen dichos conceptos como definiciones científicas, que están desligadas de los otros conceptos y se le resta importancia a su epistemología y a su evolución histórica; además se centran en la resolución de problemas cerrados que sólo exigen la aplicación de fórmulas tratando de abarcar la mayor cantidad de temáticas para cumplir con un currículo establecido previamente por la institución (Aguilar, 2011; Gordillo, 2003; Campanario & Otero, 2000).

Por otro lado, existen muchos contenidos de la física que no se dan a conocer en la escuela, tales como la relatividad general, la mecánica cuántica, la astronomía, entre otros; ya sea por su



grado de dificultad, por la limitación de los lineamientos curriculares planteados por el MEN, por falta de tiempo o por otros intereses; pero existen otros, como la mecánica de fluidos, que hacen parte de la propuesta curricular y que muchas veces no se enseña o se deja para el final ya que no se le da su debida importancia, sin tener en cuenta que hechos cotidianos como respirar, tomar una ducha, levantar grandes masas, tener un sistema circulatorio y un corazón que bombee sangre, se pueden explicar gracias a la presión. Un concepto que en muchos casos no se tiene en cuenta en los planes de área o se abarca en un reducido tiempo que no es suficiente para abordarlo en su totalidad. Muestra de ello es el hecho de que los estudiantes, como lo afirman Delgado, Alonso, Flores & Trejo (2005, p. 2), presentan ideas no muy claras o carentes de justificación, como por ejemplo:

- La presión es una fuerza
- La presión actúa en la dirección del peso (hacia abajo) o fuerza;
- La presión en aire o en agua no es la misma en todas las direcciones
- la presión de un objeto aumenta con su peso
- La presión se debe al peso del líquido
- La presión depende de la cantidad del líquido
- La presión es aditiva por lo que es una propiedad extensiva
- La presión del aire se reconoce en el viento no en el aire inmóvil
- Los cambios causados por diferencia de presiones son raramente atribuidos a esta misma.

De igual forma, uno de los hechos bien constatados por la investigación didáctica de las dos últimas décadas es que los métodos de enseñanza que no tienen en cuenta las ideas de los alumnos en el proceso de aprendizaje de las ciencias producen un amplio número de concepciones alternativas, que persisten como errores conceptuales entre los estudiantes de todos

los niveles (Driver et al 1989; Carmichael et al., 1990; Duit, 1993, citados en Pontes, 2005b, p. 334)

Todo lo anterior sugiere que se pueden proponer alternativas para recrear la enseñanza de la Física, partiendo de otros elementos diferentes a las metodologías tradicionales, de tal forma que se permita el desarrollo de capacidades intelectuales, valores y habilidades en el proceso de aprendizaje, que promuevan la motivación por el estudio de la materia, comenzando por el fortalecimiento de diversos factores como la formación de los docentes, las metodologías y estrategias de enseñanza, la organización de los planes de área y en particular la implementación de las TIC.

Nadie piensa entonces que la enseñanza de la física... tenga como fin primordial la formación de científicos, pero tampoco cabe duda de que la escuela debe formar ciudadanos preocupados por construir una sociedad cada vez más justa que permita la realización personal de todos los individuos que la componen. El desarrollo de los seres humanos no puede concebirse sino dentro del contexto de un sistema social. El nuestro es un sistema determinado profundamente por la ciencia y la tecnología y quien no las entienda encontrará siempre fuertes impedimentos para desempeñarse en ella como una persona activa y productiva. (MEN, 1998)

Particularmente, el uso de herramientas computacionales tiene un papel importante en la educación en ciencias ya que permiten que el estudiante pueda aprender de forma más dinámica por medio de la interacción con simulaciones, applets java, vídeos y modelos, de tal forma que se pueda “facilitar el proceso de enseñanza-aprendizaje, sobre todo, si es desenvuelto de forma contextualizada con la realidad de los aprendices, teniendo en cuenta un referencial teórico

adecuado” (Brum, Souza & Lang, 2008, p. 3). Además, la mediación de la tecnología educativa en la educación científica ha sido identificada como una manera de desarrollar habilidades importantes para la formación de ciudadanos independientes y críticos, sin embargo, desde la revisión de literatura hecha al interior de esta investigación, no se encontraron estudios que generen reflexiones en torno a la formación de los docentes con el uso de la tecnología en el aula, así como sobre el impacto del uso de ésta en la enseñanza (Ferracioli et al., 2012; Brum et al. 2008).

Por esta razón la propuesta de enseñanza aquí presentada se encuentra encaminada al uso de la tecnología como herramienta de conocimiento capaz de ampliar la capacidad del estudiante para formular preguntas y no simplemente para encontrar respuestas (Vitale, 1995; Ferracioli, 1996), considerando que el mundo se encuentra en la era de la tecnología, la cual influye cada vez más desde edades tempranas en la formación del ser humano, con el uso de aparatos electrónicos, inclusive en la vida escolar. Pues “la inserción del computador en las escuelas, como instrumento de enseñanza adicional en las aulas convencionales, viene creciendo progresivamente en todo el mundo” (Brum et al., 2008, p. 3). Surge de esta manera la necesidad de implementar nuevas estrategias y metodologías de enseñanza en el área de física, logrando así que los estudiantes establezcan relaciones entre lo que ya saben con el conocimiento nuevo, construyendo significados de tal manera que participen activamente en su formación integral como seres humanos, siendo conscientes, de acuerdo con Pontes (2005b), citando a Najjar y Novak:

Los avances tecnológicos que se puedan ir desarrollando sobre este tema en el futuro no garantizan que el uso educativo de las TIC llegue a producir una mejora significativa de la calidad de la educación científica, si no se tiene en cuenta la importancia de los aspectos metodológicos y

el papel que desempeñan profesores y alumnos en los procesos de enseñanza y aprendizaje. (p. 331).

De esta manera el carácter activo del uso de las TIC en la educación se basa en la idea de que los alumnos deben ser protagonistas de su propio aprendizaje, pero es el profesor el que debe utilizar las estrategias y los recursos adecuados para conseguir que los alumnos participen como sujetos activos en ese proceso. Desde el punto de vista metodológico estos planteamientos nos conducen a la necesidad de organizar el proceso de enseñanza y aprendizaje en torno a un conjunto de actividades, que permitan al alumno reflexionar en todo momento acerca de la información que recibe y poner en juego sus esquemas conceptuales internos, para lograr una reconstrucción integradora del nuevo conocimiento. (p. 335)

Desde esta perspectiva es primordial la elaboración de propuestas de enseñanza que integren el uso de las TIC, como la que se presenta en este trabajo, en donde a través del uso de simulaciones computacionales en la enseñanza del concepto de presión hidrostática en la física se tuvo como propósito lograr que los estudiantes “puedan dar cuenta del valor de sus aprendizajes científicos más allá de la mera superación de retos académicos” (Gordillo, 2003, p. 2), y pudieran reconocer este concepto como parte del desarrollo de la civilización a lo largo de la historia.

### Formulación del Problema

En virtud de lo anterior, el presente trabajo estuvo orientado a responder la siguiente pregunta de investigación: ¿Qué características deben tener las estrategias de enseñanza que orientan la simulación computacional como recurso didáctico para propiciar un aprendizaje significativo del concepto de presión hidrostática?

Se plantearon además las siguientes preguntas orientadoras cuya respuesta aportó información complementaria al trabajo de investigación:

¿De qué manera es posible favorecer la construcción de significados al implementar la simulación computacional como recurso didáctico?

¿Cuáles son las potencialidades de las simulaciones computacionales que favorecen el aprendizaje significativo en los estudiantes?

¿Qué ventajas y desventajas se pueden establecer de las diferentes estrategias de enseñanza que favorecen el aprendizaje significativo del concepto de presión hidrostática?

## Objetivos

### *General*

Caracterizar las estrategias de enseñanza que orientan la simulación computacional como recurso didáctico para propiciar un aprendizaje significativo del concepto de presión hidrostática.

### *Específicos*

- Favorecer la construcción de significados al implementar la simulación computacional como recurso didáctico.
- Analizar las potencialidades de las simulaciones computacionales como recurso didáctico que favorece el aprendizaje significativo en los estudiantes
- Establecer las ventajas y desventajas de diferentes estrategias de enseñanza que favorecen el aprendizaje significativo del concepto de presión hidrostática.

## CAPÍTULO 2

### REVISIÓN DE LITERATURA

En la revisión de literatura se han consultado 25 revistas con todas sus publicaciones y números en un rango de 10 años, desde el año 2003 hasta el 2013, de países como España, Estados Unidos, México, Argentina, Brasil, Alemania, Francia, Grecia, Italia y Colombia; cinco trabajos de investigación de Colombia, de la Universidad Nacional, la Universidad Industrial de Santander y la Universidad de Antioquia y cuatro de Argentina, de la Universidad Nacional de San Juan, la Universidad Nacional del Mar del Plata, la Universidad Nacional del Litoral y la Universidad Nacional de Córdoba. Seis de las revistas corresponden al ámbito de la enseñanza en general y las 19 restantes son del ámbito de la investigación en enseñanza de las ciencias o de la física. En la figura 1 se presenta el total de artículos por cada una de las revistas:

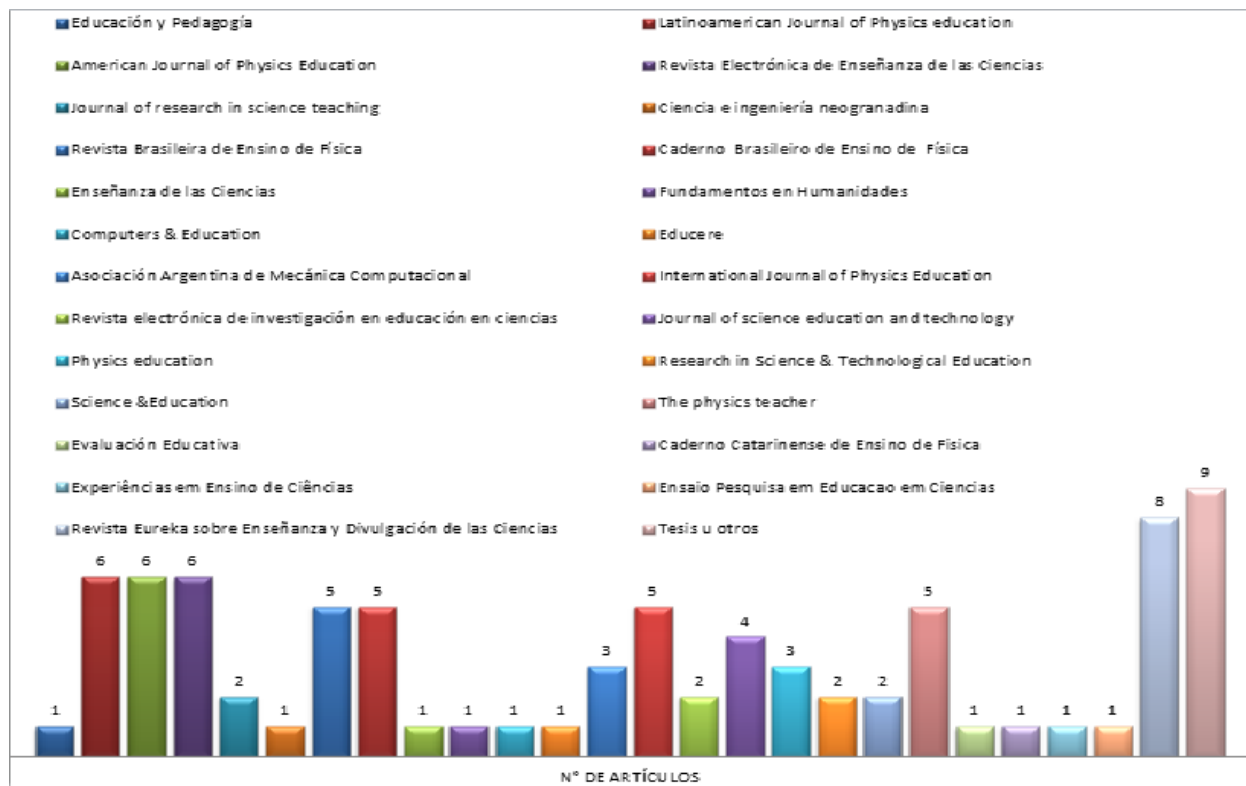


Figura 1. Revisión de literatura

Para el análisis de los trabajos seleccionados se tomaron los siguientes ejes temáticos, en los cuales se presentan los principales autores que han trabajado propuestas e investigaciones en cada uno de estos ejes:

Tabla 1.

*Ejes temáticos de Revisión de Literatura*

EJES TEMÁTICOS	AUTORES
Reflexiones y estrategias para la enseñanza del concepto de presión.	Axt (1988); Besson (2004); Laburú & Moura da Silva (2004); Maturano, Mazzitelli, Núñez & Pereira (2005); Kazachvok, Kryuchkov, Courtney & Moore (2006); Eckert (2006); Aguilar (2006); Palacios (2006); Echegaray, Martínez & Stipcich (2006); Puzzella et al. (2007); Psillos, Tselfes & Kariotoglou (2007); Francisco (2007); García (2008); Torres (2009); García (2009); Hosson & Caillarec (2009); Longhini & Nardi (2009); Loverude, Heron & Kautz (2010); Frontali (2013).
La Teoría del Aprendizaje Significativo para la enseñanza del concepto de presión.	Delgado et al. (2005); Correa (2011); Mosquera (2011); Aguilar (2011); Pagano et al. (2012); Losada, Gileto, Cassino & Silva (2012), Benetti & Machado (2004).
Simulaciones computacionales para la enseñanza de la mecánica de fluidos.	Concari, Kofman & Câmara (2004); Vargas, Riaño & Pineda, (2005); Gianino (2008); Ruíz & Toloza (2009); Faulkner & Ytreberg (2011); Costa & Pinto da Silveira (2012).
Enseñanza del concepto de presión por medio de simulaciones computacionales.	Kofman (2001); Corchero (2011); McCall (2013); Bates (2013).

*Eje Temático N° 1: Reflexiones y estrategias para la enseñanza del concepto de presión*

En los últimos 10 años, en la enseñanza de la física, especialmente en el concepto de presión hidrostática, se han desarrollado diferentes estrategias y reflexiones para su enseñanza, cada una fundamentada desde diferentes teorías de aprendizaje y con fines diferentes. Se rescatan los

trabajos de Axt (1988), Besson (2004), Maturano et al. (2005); Loverude, Heron & Kautz (2010) y Echegaray, Martínez & Stipcich (2006); quienes reflexionan sobre las concepciones que tienen los estudiantes acerca del concepto de presión y las dificultades que presentan para establecer relaciones con otros conceptos de la misma temática. Axt (1988) sugiere una estrategia de enseñanza basada en experimentos sencillos, como una forma de ayudar a los estudiantes a superar las dificultades conceptuales relacionadas con la mecánica de fluidos. De esta manera se considera que los experimentos realizados facilitan la comprensión de los conceptos, teniendo en cuenta que deben ir acorde a los temas desarrollados en las clases.

Por otro lado, Besson (2004) realiza un estudio con el objetivo de identificar lo que los estudiantes piensan acerca de la presión en los fluidos y cómo aplican este concepto a situaciones de la vida cotidiana, además cómo influye su experiencia personal en dicha concepción. El estudio permitió identificar que los estudiantes tienden a confundir el concepto de presión con el de fuerza, o con el del peso del fluido. Además, los estudiantes no se muestran dispuestos a abandonar sus creencias, ni siquiera cuando el profesor les demuestra lo que sucede con el fenómeno.

En esta misma línea, Maturano et al. (2005) analizan las dificultades que presentan los estudiantes al estudiar el concepto de presión y su aplicación al estudio de los fluidos en equilibrio, teniendo en cuenta las ideas previas que se tienen en relación con este concepto, las habilidades procedimentales involucradas en experimentos sencillos, la realización de actividades de lectura y búsqueda de información en textos y la aplicación de los conceptos trabajados en situaciones cotidianas. A partir de esta propuesta, se considera que los libros de texto utilizados no presentan mucha claridad en los conceptos abordados, lo que conlleva a que



los estudiantes no logren integrar los contenidos estudiados anteriormente con los nuevos, no diferencien los conceptos fuerza y presión, fuerza y velocidad, peso y empuje, y las relaciones que se establecen entre éstos. Además, las respuestas de los alumnos muestran que tienen dificultades en la redacción, lo que evidencia que a partir de actividades escritas no se puede determinar si hubo un aprendizaje o no.

De igual forma, Loverude et al. (2010) proponen una serie de materiales didácticos con el objetivo de mejorar la comprensión de los estudiantes en cuanto al concepto de presión hidrostática a través de tutoriales, actividades experimentales y resolución de problemas. A partir de esta propuesta, se considera que la mayoría de los estudiantes no desarrollan una comprensión completa de la presión hidrostática y presentan dificultades para interpretar los problemas, ya que no le encuentran un sentido a los temas trabajados y no ven su aplicabilidad a la vida cotidiana, además, el tiempo asignado para este tema es demasiado corto en un curso estándar. Algunas dificultades encontradas en relación al tema en específico son: asociación incorrecta de la presión con la densidad, asociación incorrecta de la presión con "confinamiento", explicaciones basadas en una noción intuitiva de "equilibrio", confusión entre presión y peso.

Por último, Echegaray et al. (2006) en su trabajo realizan un estudio exploratorio sobre el empleo del lenguaje escrito mediante la resolución de un test con el cual se pretende identificar las ideas previas sobre la noción de presión. El test fue organizado en tres ejes conceptuales: presión hidrostática, relación de la presión con la fuerza y el área, e interacciones; el cual permitió identificar características del lenguaje cotidiano relacionado con dichos ejes, con la intención de realizar propuestas de clase que lleven a la evolución de un lenguaje científico.

En este mismo eje se encontraron investigaciones que se enfocan en resaltar la importancia de la historia y la epistemología, dentro de las cuales se destacan los trabajos de Eckert (2006), Aguilar (2006), Psillos et al. (2007), García (2008) y Frontali (2013). Eckert (2006) parte de la historia de la hidráulica desde el Renacimiento hasta el Barroco, para mostrar por qué se considera como una forma práctica y teórica de la ciencia, la cual ha sido prácticamente abandonada en la enseñanza y se considera más como una ingeniería. Destaca su importancia para la construcción de muchos sistemas que han permitido el desarrollo de la civilización, como los acueductos, las prensas, las fuentes hídricas, entre otras. Además, sugiere que los profesores de física pueden hacer uso de los relatos históricos sobre los sistemas hidráulicos a lo largo de la historia como recurso para una enseñanza contextual y lúdica.

Por su parte, Aguilar (2006) propone una alternativa para la enseñanza de los fenómenos hidrodinámicos a partir de la revisión histórica de los planteamientos de Euler en cuanto a los conceptos de presión interna y fuerza, y la relación que se establece entre la física y la matemática con el uso del cálculo diferencial en la organización de fenómenos hidrostáticos. Así mismo, considera que la epistemología de los conceptos permite entender su génesis y establecer nuevos significados y relaciones, lo cual no se lograría si se estudian los conceptos desde la definición que dan los libros de texto. Inicialmente se propone una actividad experimental para realizar una aproximación al estado de presión, luego se realizan tres talleres que involucran diferentes aspectos de la perspectiva Euleriana en cuanto a la relación entre la densidad y la profundidad con la presión hidrostática. Esta investigación es sólo de carácter teórico, por lo cual no se muestran resultados de su aplicación.

Así mismo, García (2008) plantea la recontextualización de los saberes históricos relacionados con la presión hidrostática a partir del análisis histórico-epistemológico de los

escritos originales de Galileo, Torricelli, Pascal y Boyle. De esta manera, se plantea que la actividad científica es una actividad cultural que se desarrolla en torno a la comprensión que se tiene sobre el mundo en un contexto histórico determinado. Se pretende que los estudiantes puedan reconocer las problemáticas que dieron paso a diferentes concepciones de la ciencia en cuanto a la mecánica de fluidos, además de involucrarse en el diseño de actividades experimentales y en la elaboración de modelos propios que permitan explicar los conceptos teniendo en cuenta su epistemología. Como resultado de esta investigación se considera que el conocimiento se establece en la necesidad de construir una imagen de un fenómeno, que responda a criterios de organización del individuo, que se pueda confrontar y socializar desde una perspectiva sociocultural.

En este mismo sentido, Frontali (2013) realiza una revisión histórica de los aportes más relevantes a la mecánica de fluidos por personajes como Arquímedes (285-212 a. C.), Simon Stevin (1548 - 1620), Evangelista Torricelli (1608 – 1647), Blaise Pascal (1623 - 1662), Robert Boyle (1627 – 1691), Lorenzo Magalotti (1637 – 1712) y Daniel Bernoulli (1700 – 1782); para confrontar las dificultades que se presentan al abordar los conceptos relacionados con esta temática a partir del estudio de su desarrollo y epistemología. En esta investigación se considera que una de las dificultades puede surgir a causa de que hay conceptos que se han originado más a partir de la experiencia que del desarrollo científico, lo cual puede generar obstáculos en el momento de aplicarlos a situaciones complejas. Por esta razón es importante conocer la historia de dichos conceptos para comprender su significado en toda su complejidad y realizar una transición entre el lenguaje común y el lenguaje científico.

Se plantean además estrategias donde la experimentación y la resolución de problemas se proponen como alternativas para la enseñanza del concepto de presión, entre las cuales se destacan las elaboradas por Laburú & Moura da Silva (2004), Kazachvok et al. (2006), Francisco (2007), Psillos et al. (2007), Torres (2009), García (2009); Longhini & Nardi (2008) y Hosson & Caillarec, (2009). Laburú & Moura da Silva (2004) proponen una actividad experimental para hallar la presión de los gases encontrados dentro de una lámpara fluorescente. La intención de la propuesta es explicar claramente cómo encontrar dicha presión haciendo uso del experimento y de las ecuaciones correspondientes para realizar comparaciones con el dato del fabricante. Se concluye a partir de la realización de este trabajo, que a pesar de que los resultados no sean demasiado precisos, es una buena estrategia a ser empleada en el aula de clase por ser interesante, fácil de realizar y propiciar una buena discusión teórica.

Otro experimento para medir la presión, en este caso la atmosférica, es propuesto por Kazachvok et al. (2006) a partir de la construcción de un dispositivo casero para ser usado en laboratorios para la enseñanza de este concepto. En esta investigación se observó que los estudiantes encontraron una manera más fácil y precisa para medir la presión atmosférica y comprender su significado por medio de la elaboración de este dispositivo, además tuvieron un mayor acercamiento con el significado del concepto al tratar de comparar los resultados obtenidos con el dispositivo sencillo y con la demostración rigurosa; por lo que se puede decir que el método fue adecuado para su uso, tanto en la escuela secundaria como en los estudiantes universitarios.

Por su parte, Francisco (2007) en su trabajo presenta una propuesta metodológica para la enseñanza cualitativa de los conceptos de presión y diferencia de presión, evitando que los

conceptos fueran presentados con ecuaciones matemáticas. Las dos preguntas que guiaron el trabajo a la luz de la teoría piagetiana de la equilibración fueron: ¿Pueden las actividades experimentales provocar cambios en los alumnos en el proceso de asimilación? ¿La variación de una actividad experimental ayudará a la acomodación de los conceptos desarrollados? Los resultados de este trabajo muestran que los estudiantes no poseían conocimientos previos consolidados pero sí vacíos conceptuales, por lo que sus escritos correspondían básicamente a sus observaciones. Después de la realización y discusión de los experimentos los alumnos pasaron a incorporar dichos términos. Por último, se resalta que el nivel de aprendizaje de los estudiantes nunca es definitivo, por lo cual este tipo de actividades se constituye en una herramienta que desafía a los estudiantes llevándolos a modificar sus esquemas cognitivos para asimilar y acomodar más conocimientos.

Por otro lado, Psillos et al. (2007) proponen un marco teórico para una modelación epistemológica de actividades de enseñanza y aprendizaje a partir de tres categorías: Cosmos – Evidencia - Ideas (CEI) que se incluyen en tres secuencias de enseñanza-aprendizaje (TLS por sus siglas en inglés: Teaching-Learning-Sequences) para la enseñanza de los fluidos. Se plantea una propuesta que incluye experimentos de familiarización en los que se espera que los estudiantes predigan qué va a pasar con una serie prevista de fenómenos en términos de sus concepciones. Después de la predicción, los estudiantes están obligados a reconstruir situaciones del mundo real a partir de instrucciones técnicas tratando de llegar a la vinculación de la Evidencia y el Cosmos. Los estudiantes a continuación, son guiados para observar los resultados experimentales, lo que sugiere otra conexión (Cosmos → Prueba). El resultado es que los estudiantes alcancen un gran número de conexiones (Ideas → Evidencia y Prueba → Ideas) a través de estas actividades experimentales preliminares y la discusión con sus grupos de trabajo.

En esta misma línea de experimentos, Torres (2009) describe una experiencia educativa con estudiantes de secundaria, en la que se utilizó como herramienta del proceso de enseñanza-aprendizaje la grabación, edición y difusión de vídeos digitales de experiencias de laboratorio de física y química, dentro de las cuales se tuvieron en cuenta temas como el concepto de presión, la presión atmosférica y el principio de Arquímedes. De esta manera se promovió en los estudiantes la motivación, el interés y la participación activa, ya que ellos se cuestionaron acerca de los diferentes fenómenos físicos y a la vez buscaron su respuesta por medio de bibliografía, para luego explicarlos en el vídeo teniendo en cuenta una buena planificación, organización y trabajo en grupo.

A diferencia de los anteriores, García (2009) propone enseñar nociones de hidrostática a través del modelo de aprendizaje por investigación, de tal forma que se fomente en los estudiantes actitudes y destrezas que les permitan analizar situaciones de su entorno y cuestionarse sobre éstas; además, esta forma de aprendizaje promueve el trabajo en equipo con el fin de abordar el estudio de situaciones problemáticas de interés, partiendo de sus propias ideas, en interacción permanente con los otros grupos y bajo las orientaciones del profesor. Se observó un cambio conceptual favorable en la mayoría de las ideas iniciales de los alumnos en relación con la influencia del volumen sumergido de un cuerpo en el empuje que recibe y la dependencia de la presión hidrostática con la profundidad en el líquido. Otro resultado fue el alto grado de motivación de los alumnos durante el proceso de enseñanza-aprendizaje.

En cuanto a estrategias basadas en la resolución de problemas, Longhini & Nardi (2008) presentan problemas en los que se hace uso de materiales cotidianos y se lleva a los estudiantes a

imaginar situaciones en las que se encuentra involucrada la presión atmosférica. Para ello dividen las actividades en dos ejes; en el eje uno se encuentran problemas que llevan a los alumnos a percibir que cuando dos recipientes o espacios están sujetos a presiones distintas la tendencia será al equilibrio entre estas presiones; en el eje dos se ubican actividades que llevan a los alumnos a pensar en fenómenos que relacionan la presión atmosférica con la gravedad, ya que los estudiantes tienden a creer que una influencia a la otra. A partir de este trabajo concluyen que a pesar de estar la presión atmosférica presente en la vida diaria no siempre se tiene una idea clara frente a ella, consideran que este tipo de actividades exige a los estudiantes movilizar sus esquemas personales donde el docente se convierte en una pieza fundamental, pues él es el encargado de plantear este tipo de situaciones y ser intermediario entre la búsqueda de posibles soluciones.

Por último, Hosson & Caillarec (2009) describen un experimento realizado por Blaise Pascal en 1647 en la montaña Puy de Dôme (Francia) para probar la reducción de la presión del aire con la altura. Luego de esto, proponen la aplicación del experimento en un grupo de estudiantes de diferentes universidades francesas con el objetivo de identificar las dificultades que se generan a partir de la explicación del fenómeno. Las respuestas a la prueba se analizan de manera inductiva de acuerdo con los principios de la teoría fundamentada y se observó que la descripción del experimento y el resultado obtenido por Pascal influyó en las respuestas de los estudiantes; además, el razonamiento utilizado por ellos en sus respuestas revela las dificultades que tienen asociadas con el concepto de presión. Por lo anterior, se considera que el experimento Puy de Dôme permite cuestionar ideas de los estudiantes en el campo de la hidrostática, pero a causa de que es incomprendido, no juega el papel de un importante experimento ni en el aprendizaje, ni en el proceso histórico.

Para concluir este eje se presentan dos investigaciones que proponen principalmente las películas como un instrumento para la enseñanza y el aprendizaje de este concepto, éstas fueron desarrolladas por Puzzella et al. (2006) y Palacio (2006). Puzzella et al. (2006) diseñan una estrategia para abordar el tema de Estática de Fluidos teniendo en cuenta la enseñanza basada en competencias, de tal manera que sea posible, no sólo proporcionar herramientas para el aprendizaje de los conceptos, sino que los estudiantes tengan la capacidad de hacer uso de ellos en su vida diaria. Como resultado de esta investigación se considera que los estudiantes desarrollan mejor las competencias generales en la medida que presenten una predisposición a regular y mejorar su aprendizaje y a realizar trabajos en grupo de forma cooperativa.

En este mismo sentido, Palacios (2006) propone la enseñanza de la física a partir del análisis de los fenómenos físicos que aparecen en la lectura de fragmentos de novelas y películas de ciencia ficción, de tal manera que se promueva el diálogo y la participación de los estudiantes, evitando las fórmulas matemáticas y dándole mayor importancia a la parte conceptual del fenómeno; estimulando así la capacidad crítica y escéptica de los estudiantes, que los lleva a aplicar las leyes físicas no sólo de forma rigurosa sino también por medio de las inconsistencias que presentan los argumentos de películas y relatos analizadas en las clases.

A partir del análisis de este primer eje se realizó una clasificación entre los trabajos de investigación en cuanto a la reflexión sobre la importancia de la historia y la epistemología del concepto de presión y en cuanto a las dificultades y concepciones que los estudiantes tienen acerca de éste. Además, se encontraron estrategias en donde se propone la experimentación y la resolución de problemas para la enseñanza de dicho concepto.



En esta revisión se retomaron varios elementos que apoyaron el planteamiento del problema de investigación, donde se coincide en el hecho de que los estudiantes confunden los conceptos de presión y fuerza, lo que lleva a dificultades para establecer relaciones entre ellos e identificar situaciones en donde éstos intervienen. También se encontraron investigaciones donde se resalta que el tiempo es un factor relevante para la enseñanza de la mecánica de fluidos, ya que si se le dedica poco, se tiende a realizar una enseñanza sólo algorítmica dejando de lado la comprensión de conceptos y la relación de éstos con diferentes situaciones de la vida cotidiana.

Por último, se puede considerar que la estrategia Cosmos – Evidencia - Ideas (CEI) tiene en esencia la estructura del método POE (Predecir, Observar, Explicar) propuesto para esta investigación, puesto que está enfocado a que los estudiantes relacionen lo que creen que va a suceder frente a un fenómeno y lo que realmente ocurre luego de su visualización.

### *Eje Temático N°2: La Teoría del Aprendizaje Significativo para la enseñanza del concepto de presión*

La Teoría del Aprendizaje Significativo de Ausubel en la enseñanza del concepto de presión se ha trabajado muy poco, puesto que en la mayoría de las ocasiones este concepto se desarrolla desde procedimientos algorítmicos, sin una reflexión por parte del docente en cuanto al aprendizaje de los estudiantes. Aun así, se resaltan los trabajos de Delgado et al. (2005), Aguilar (2011), Correa (2011), Mosquera (2011), Benetti & Machado (2004), Pagano et al. (2012) y Losada et al. (2012); en los cuales se ha destacado la importancia de construir el conocimiento teniendo en cuenta las ideas previas de los estudiantes y las necesidades del contexto. Es así

como Delgado et al. (2005) elaboran una propuesta para la enseñanza, el aprendizaje y la evaluación de este concepto a partir del método POE y el trabajo colaborativo para llegar a la reconstrucción de conocimientos científicos partiendo de los conocimientos previos de los estudiantes al desarrollar una unidad didáctica en la que se introduce el concepto de presión hidrostática, promoviendo así el trabajo en equipo y la reconstrucción social de significados relacionados con la física, lo que hace que el estudiante reflexione de acuerdo a lo que observa en diferentes fenómenos.

De igual forma, Aguilar (2011) propone la reestructuración de los conceptos de presión y densidad a partir de las preconcepciones que tienen los estudiantes de secundaria a través de mecanismos de recontextualización y mediación. Esta estrategia permitió realizar un cambio en las relaciones entre el docente y el estudiante en el aula de clase, ya que el trabajo es más estructurado, responsable y constante por parte de los estudiantes, lo cual permite que de manera indirecta los procesos de enseñanza y aprendizaje tengan un diferente marco de referencia respecto a los cotidianamente vistos, es decir, los estudiantes pasaron de ser observadores a ser actores activos en su construcción de conocimiento, y el maestro dejó de ser el dueño y dador de la verdad absoluta para convertirse en orientador y regulador del conocimiento y la disciplina.

Por otro lado, Correa (2011) describe 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 grado décimo, a través del trabajo colaborativo en talleres y debates que, por medio del uso de algunos elementos propios de la epistemología, proporcionan una idea del por qué y él cómo de la física; se trabajaron específicamente conceptos básicos relacionados con la hidrostática, permitiendo dotar de significado y contexto los conceptos,

principios, leyes y teorías relacionados con esta temática; de su trabajo de investigación se concluye que a partir de la teoría del aprendizaje significativo de Ausubel, es posible propiciar la evolución conceptual en física desde la reflexión sobre cómo relacionar la nueva información con los conceptos relevantes ya existentes en la estructura cognitiva de los estudiantes; sin embargo, se debe tener presente que 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.

Otra perspectiva de la enseñanza de la presión teniendo en cuenta la teoría de aprendizaje significativo de Ausubel es elaborada por Mosquera (2011), quien propone desarrollar en los estudiantes habilidades cognitivas, metacognitivas, procedimentales y actitudinales por medio de la adquisición y construcción de significados de forma colectiva a partir de la comprensión del comportamiento de los fluidos, teniendo en cuenta conceptos como capilaridad, presión, flotación, viscosidad, entre otros, en el funcionamiento del sistema circulatorio humano. La estrategia utilizada fue el modelo de aprendizaje por proyectos, en el cual, los estudiantes planean, implementan y evalúan proyectos que tienen aplicación en el mundo real y más allá del aula de clase (Blank, 1997; Dickinson et al., 1998; Harwell, 1997, citados en Mosquera, 2011). Durante el desarrollo de la propuesta hubo buena predisposición a apropiarse de los conceptos, la dificultad que se presentó fue que los alumnos consideraban que eran muchas preguntas, puesto que "están acostumbrados a no leer, a resolver actividades a corto plazo de manera memorística, sin un análisis y sin reflexionar sobre los procesos".

En relación con lo anterior, Benetti & Machado (2004) emplean en su propuesta fragmentos de películas o diseños animados relacionados con el contenido de la hidrostática y la fluidodinámica (teniendo en cuenta que esta última generalmente no es abordada en la enseñanza media) con la intención de posibilitar la motivación de los alumnos y el análisis crítico de las escenas. La evaluación de esta propuesta fue realizada diariamente a través de la participación en las actividades propuestas; para promover la diferenciación progresiva y la reconciliación entre los conceptos tratados fue construido un mapa conceptual entre los alumnos y la profesora. Mediante esta propuesta se observó que algunos estudiantes tuvieron dificultades en la resolución de problemas lo que de acuerdo con Ausubel evidencia que su aprendizaje no fue significativo.

Así mismo, Losada et al. (2012) plantean que las prácticas de laboratorio son actividades necesarias que permiten comprender los conceptos teóricos y facilitar su aprendizaje significativo. Para esto, proponen la elaboración de actividades experimentales en pequeños grupos de estudiantes que permiten estimularlos a realizar los experimentos con el objetivo de aprender y de relacionar sus ideas previas con la nueva información. De igual forma, se pretende que a partir del trabajo en grupos se fomente el aprendizaje colaborativo, de tal manera que cada integrante tenga una responsabilidad para poder llevar a cabo las actividades, contribuyendo no sólo a su aprendizaje sino también al de sus compañeros.

Para finalizar, Pagano et al. (2012) describen una propuesta orientada a potenciar el aprendizaje significativo del Método de los Elementos Finitos para la resolución de distintas problemáticas relacionadas con el concepto de presión. Para llevar a cabo la propuesta se plantean tres estrategias que involucran el uso de diapositivas y otras herramientas

computacionales como los tutoriales ALGOR®/ANSYS® y el software educativo ED-ELAS2D®, para tener una mejor comprensión de este concepto y un acercamiento a posibles situaciones en las que está involucrado. Como resultado de esta investigación se considera que los distintos recursos informáticos desarrollados (documentos de texto, presentaciones, animaciones, programas didácticos, software comercial y actividad de trabajo final integrador) constituyeron valiosas herramientas que complementaron la tarea docente y el aprendizaje, posibilitando su aplicación a otros cursos tanto presenciales como virtuales.

De los trabajos de investigación mencionados en este eje, se retoma para el presente trabajo la necesidad de tener en cuenta los conocimientos previos de los estudiantes, para llevar a cabo los procesos de enseñanza y aprendizaje. De igual forma, se rescata que la enseñanza del concepto debe ir acompañada de otras estrategias, donde los estudiantes sean activos en la construcción de conocimiento y no sea el docente el único responsable de dicha construcción. Algunas de las estrategias planteadas fueron el método POE y el aprendizaje colaborativo, las cuales también se implementaron en la propuesta pedagógico-didáctica presentada en este trabajo.

### *Eje Temático N°3: Simulaciones computacionales para la enseñanza de la mecánica de fluidos*

En este eje se presenta la implementación de simulaciones computacionales para la enseñanza de la mecánica de fluidos como una propuesta para llevar a cabo en el aula; sin embargo, algunas de estas propuestas no presentan una teoría de aprendizaje que las fundamente, y son aplicadas sin una estrategia didáctica clara que las oriente. Algunas estrategias encontradas fueron las de

Concari et al. (2004), Gianino (2008), Vargas et al. (2005), Ruíz & Toloza (2009), Faulkner & Ytreberg (2011), Costa & Pinto da Silveira (2012).

En primer lugar, Concari et al. (2004) en una breve reseña hablan del libro titulado *Experiencias de laboratorio y simulaciones computacionales para la enseñanza de los fluidos*, en el cual se presenta una propuesta didáctica orientada a la enseñanza de conceptos básicos de las temáticas de fluidoestática (presión, flotación y tensión superficial) y fluidodinámica (fluidos ideales y fluidos viscosos), que busca motivar a los estudiantes a través de propuestas de experiencias de laboratorio realizadas con materiales de bajo costo; complementa a esta propuesta un software de simulación donde se proponen actividades de síntesis y revisión de los conceptos fundamentales.

En segundo lugar, Vargas et al. (2005) presentan en su artículo la explicación de un ambiente virtual llamado ANSYS. En este trabajo se resaltan las ayudas de tipo visual, pues ellas pueden contribuir a los estudiantes en el proceso de recordar y reconocer la información con mayor facilidad, aclarándose que no con esto se sustituye el tablero tradicional en el aula de clase, sino que se busca el uso de gráficas y esquemas para explicar muchos conceptos que son difíciles de asimilar por su abstracción al ser abordados. Se propone esta simulación computacional por su naturaleza multipropósito y porque presenta idealizaciones para la solución de problemas en la vida real.

En tercer lugar se presenta una estrategia que busca integrar las TIC en el diseño de un curso completo, la cual fue propuesta por Ruíz & Toloza (2009), en la que diseñan algunas herramientas didácticas necesarias para la elaboración de un sistema de carácter académico,

donde se pueda contar con ayudas para los procesos de enseñanza y aprendizaje y cambiar la manera como el estudiante está habituado a desarrollar su formación académica. Este proyecto se enfoca en la teoría de Felder & Silverman sobre los estilos de aprendizaje, por lo cual se hizo uso de recursos digitales tales como: textos, imágenes, vídeos, narración, animaciones, diagramas, gráficos, figuras, etc. debidamente organizados para la optimización de las actividades. Además se desarrollaron una serie de applets relacionados con la temática de hidrostática como una ayuda complementaria en los procesos de enseñanza y aprendizaje de la asignatura en cuestión.

De igual forma, Faulkner & Ytreberg (2011) diseñan una serie de simulaciones por ordenador, donde una de ellas está enfocada a desarrollar una comprensión más profunda del principio de Bernoulli. Este sistema modelo es un proyecto escolar ideal porque la teoría y la programación son sencillas y el costo computacional es bajo. Además, a partir de la observación de una partícula en la simulación se facilita la comprensión del principio de Bernoulli, por lo cual los estudiantes tienen la posibilidad de tener un mayor acercamiento al fenómeno, observando de forma dinámica una aplicación de este concepto.

Otra investigación relacionada con esta área es la de Costa & Pinto da Silveira (2012), quienes presentan el desempeño de una simulación computacional en cuatro casos diferentes que pueden ser considerados clásicos en el estudio de la mecánica de fluidos y la transferencia de calor. Para ello hacen uso del software comercial Ansys-CFX 12, con el objetivo de comparar los resultados obtenidos numéricamente a través de la simulación con experimentos realizados o datos empíricos en torno al tema; la mayoría de las simulaciones propiciaron resultados cercanos a los experimentos, concluyéndose así que éstas pueden emplearse como herramienta didáctica dentro del aula de clase.

Por último, se presenta una propuesta que no se relaciona directamente con las simulaciones, pero que hace uso de otras herramientas computacionales para la enseñanza de este concepto; dicha propuesta es planteada por Gianino (2008), en donde se desarrolla un laboratorio basado en microordenador que permite revisar el comportamiento de un fenómeno a través de gráficas en tiempo real con ayuda de sensores, estableciendo una relación directa entre los experimentos reales y la teoría. Como resultado de esta experiencia, se puede asegurar que el método empleado es bastante útil para llevar a cabo actividades en el laboratorio que permitan que los estudiantes le dediquen más tiempo a observar el fenómeno y a interpretar los datos, que a recolectar éstos últimos y aplicar fórmulas, por lo que su atención estará enfocada principalmente en el fenómeno y su relación con lo que observan en las gráficas.

Desde este eje se resalta la importancia de trabajar simulaciones computacionales que permitan la adquisición de significados; considerando que el factor novedad que está presente dentro de este tipo de tecnología computacional genera en el estudiante que hace uso de ella, una predisposición adecuada para interactuar con la representación del fenómeno. Además, a medida que el uso de las herramientas informáticas se ha hecho cada vez más común, se considera necesario en el presente trabajo pensar en diferentes estrategias que generen una conexión entre lo que los estudiantes ven en la escuela y lo que viven en su cotidianidad, dado que en las propuestas encontradas este aspecto no se evidencia claramente.



*Eje Temático N°4: Enseñanza del concepto de presión por medio de simulaciones computacionales*

Teniendo en cuenta el eje anterior, se puede decir que las simulaciones han sido empleadas para la enseñanza de la mecánica de fluidos, pero éstas no se han desarrollado en gran medida en algunos de los conceptos que se trabaja dentro de esta temática, como lo es en este caso el concepto de presión. En este sentido se destacan los trabajos de Kofman (2001) y Corchero (2011). Kofman (2001) presenta una simulación para ser aplicada en la enseñanza de la presión hidrostática, lo que se constituye como parte integrante del material didáctico que debe usar el docente en sus clases. Se plantea que las simulaciones no deben reemplazar la experiencia real de los laboratorios, pero sí pueden ser una gran ayuda cuando no se cuenta con los recursos físicos suficientes, puesto que brindan la oportunidad de manejar las variables como se requiera. Además, considera que las simulaciones son herramientas cognitivas que permiten apoyar y facilitar el proceso en la dinámica del grupo, por lo que adquieren una función significativa en actividades colaborativas, aunque es necesario que el docente domine los contenidos conceptuales y tenga una noción clara de la estructura de la simulación, tanto de su modelo físico como matemático para orientar de manera significativa las actividades.

En cuanto a la investigación realizada por Corchero (2011), se plantea una unidad didáctica de introducción a la hidrostática con diversas estrategias que se basan en el análisis de las variables metodológicas de la práctica educativa (Zabala, 1995), el conocimiento profesional del docente (Gamarra, 2003; Porlan, 1997), el diseño de entornos de aprendizaje (Bransford, Brown & Cocking, 2004), y el reconocimiento de los elementos de la enseñanza para la comprensión (Perkins & Blythe, 1994; Agustí, 2002). Para orientar la simulación computacional llamada

Flotabilidad se empleó el método Predecir - Experimentar - Verificar, lo que permitió incentivar la participación de los estudiantes al compartir sus experiencias con la aplicación. Se observó que los estudiantes evolucionaron en cuanto a las relaciones con sus compañeros y con el docente y mejoraron la participación en el aula; además, la simulación computacional junto con las demás actividades propuestas en la unidad didáctica, permitieron una mejor comprensión y un mayor acercamiento a los fenómenos hidrostáticos.

Para finalizar se presentan dos propuestas que buscan posibilitar el acercamiento a diversos fenómenos de la hidrostática a partir de la implementación de herramientas computacionales en las prácticas experimentales. En primer lugar, McCall (2013) describe una experiencia de enseñanza en laboratorios de introducción a la física, en la cual los estudiantes realizan un experimento que mide la presión por debajo de la superficie de un fluido como una función de la profundidad con la ayuda del sensor PASCO (Absolute Pressure Sensor). De esta manera, esta herramienta permite que los estudiantes interpreten los datos a partir de sus observaciones y adquieran la capacidad de determinar las causas de diferentes errores de medida.

En segundo y último lugar, Bates (2013) presenta una oportunidad de explorar la relación que se establece entre la presión ejercida por un fluido sobre un punto en un cilindro lleno de agua y la altura del agua por encima de ese punto. Para esto, hace uso tanto de sensores de movimiento como de presión, los cuales permiten una medición de la aceleración debida a la gravedad. Lo interesante de la propuesta es que es una herramienta útil en las prácticas de laboratorio y permite que los estudiantes dediquen más de su tiempo a observar el fenómeno e interpretar los datos que a tomar registros requeridos por una guía cerrada que impide una comprensión más profunda del concepto.

De este eje se resalta que algunas de las ventajas de las simulaciones computacionales para la enseñanza del concepto de presión, es que posibilitan que los estudiantes visualicen y puedan identificar las variables que intervienen en un concepto determinado, permitiendo una mejor interacción y acercamiento a los fenómenos para comprenderlos a partir de la observación y no necesariamente por medio de cálculos algorítmicos.

## CAPÍTULO 3

### MARCO TEÓRICO

En el presente capítulo se hace referencia a la fundamentación teórica que apoya el presente trabajo de investigación, en cuanto a las normas que rigen la implementación de las TIC a nivel internacional, nacional y local, y cómo se han reflejado en la enseñanza de las ciencias. Además, se presentan los referentes pedagógico-didácticos enmarcados en el constructivismo y desde los cuales se fundamentan las estrategias de enseñanza implementadas en la propuesta.

#### Una Mirada a la Incorporación de las TIC en la Educación

Partiendo de la UNESCO (2006), que propone las TIC como recursos que tienen un alto potencial para favorecer aprendizajes y para implementar propuestas innovadoras de enseñanza, y teniendo en cuenta el elevado número de reprobaciones de física en los diferentes niveles de enseñanza en diversos países, que muestra bien las dificultades que los alumnos encuentran en el aprendizaje de esa ciencia (Fiolhais & Trindade, 2003), se puede considerar que dicho recurso apoya esta propuesta debido a su carácter activo en la educación, basado en la idea que “los alumnos deben ser protagonistas de su propio aprendizaje, pero es el profesor el que debe utilizar las estrategias y los recursos adecuados para conseguir que los alumnos participen como sujetos activos en ese proceso” (Pontes, 2005b, p. 335). Una opción que ofrecen estas tecnologías son las simulaciones computacionales, las cuales pueden ser empleadas como un complemento para las clases, apoyándose de otras actividades para desarrollar y potenciar las capacidades cognitivas de los estudiantes en dicha área.

El Ministerio de TIC en Colombia, que anteriormente se conocía como Ministerio de Comunicaciones, es la entidad que se encarga desde el año 2009, según la Ley 1341 o Ley de TIC, de diseñar, adoptar y promover las políticas, planes, programas y proyectos del sector de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, definiendo éstas como el conjunto de recursos, herramientas, equipos, programas informáticos, aplicaciones, redes y medios, que permiten la compilación, procesamiento, almacenamiento, transmisión de información como voz, datos, texto, vídeo e imágenes. Es por ello que la tendencia actual en educación es pensar en las TIC no sólo como objeto de conocimiento sino, como un recurso para la enseñanza y el aprendizaje, puesto que se han convertido en algo fundamental para la formación del ser humano que día a día se ve más inmerso en la tecnología. Esto se evidencia según el Ministerio de Educación Nacional (2006), en la manera como se estructuran las relaciones entre los hombres, con el mundo natural y con el acelerado desarrollo del mundo artificial como resultado de la producción humana, haciéndose notable la necesidad de avanzar cada vez más y desarrollar capacidades para interactuar productivamente en la sociedad en la que se está inmerso, haciendo que el ser humano se pregunte constantemente por nuevas formas de contribuir al desarrollo científico y tecnológico y pueda adquirir las competencias necesarias para innovar y pertenecer al mundo globalizado.

Así como lo plantea el MEN (2006), la formación de talento humano en estas tecnologías y su carácter transversal, son fundamentales para la consolidación de las sociedades de la información y del conocimiento donde se espera que la formación en tecnología permita reconocer la naturaleza del saber tecnológico como solución a problemas que contribuyen a la transformación del entorno, presentándose así nuevas transformaciones socioculturales. De esta manera se hace

necesario establecer un vínculo entre las propuestas que giran en torno a la implementación de las TIC y las instituciones educativas, para cumplir con los ideales de progreso y desarrollo que se tienen en la sociedad actual y contribuir al aprovechamiento y mantenimiento de los recursos disponibles en la escuela y en la comunidad. Es así como en el ámbito local se han llevado a cabo diferentes programas como Medellín Digital y Colegios de Calidad, desarrollados por la Alcaldía del Municipio de Medellín, que han permitido el mejoramiento del servicio educativo con calidad para la comunidad ampliando su cobertura.

Medellín Digital es un programa creado en el año 2009, apoyado por los Ministerios de Comunicaciones y de Educación, UNE EPM Telecomunicaciones y la Fundación EPM, que tiene como propósito vincular las instituciones educativas con la comunidad a través del acceso a las Tecnologías de la Información y la Comunicación, de tal manera que sea posible mejorar la calidad de vida brindando oportunidades para un mejor desempeño en la sociedad actual que contribuyan al desarrollo de la ciudad, de forma política, económica, social y cultural. Actualmente este proyecto se encuentra vigente con el nombre de Medellín Ciudad Inteligente, el cual trabaja en cuatro líneas estratégicas, que son: gobierno abierto, participación ciudadana, innovación social y sostenibilidad. Integrado a este programa se encuentra la Mediateca, que es un servicio de información digital que organiza, almacena, recupera, preserva y difunde contenidos digitales de diversas temáticas y formatos, con el propósito de responder a las necesidades educativas y culturales de sus usuarios. Además, es una herramienta para los procesos de enseñanza-aprendizaje, el fomento de la lectura y el acceso al conocimiento para los ciudadanos de Medellín y usuarios de internet de todo el mundo.

Por su parte, el proyecto Colegios de Calidad para Medellín se inició formalmente en el año 2005 con la firma del convenio entre la EDU (Empresa de Desarrollo Urbano) y la Secretaría de Educación. Este proyecto busca básicamente mejorar la calidad en la educación, disminuir los índices de deserción y repetición en los primeros grados de la básica primaria, contribuir al encuentro ciudadano, integrando el colegio a la ciudad y recuperando el espacio público. Pero su objetivo central es la consolidación de una nueva infraestructura educativa mediante la construcción de 10 nuevos colegios y la adecuación de más de cien instituciones existentes, planteados con el nuevo modelo denominado Escuela Abierta, que busca la integralidad de la institución con las estructuras urbanas existentes y las necesidades de la comunidad, identificando los factores para su mejoramiento y compensando aspectos como salud, recreación y el deporte.

La Institución Educativa Presbítero Antonio José Bernal Londoño hace parte de estos programas, por lo cual se consideró como un espacio propicio para constituirse en el centro educativo donde se desarrolló el trabajo de investigación. La Institución también hace parte del programa Computadores para Educar del Gobierno Nacional, por lo cual cuenta con una dotación de herramientas tecnológicas; este programa busca mejorar la calidad de la educación de los niños y jóvenes y ofrecer formación a los docentes para el máximo aprovechamiento de estas herramientas.

### *Las TIC en la Enseñanza de las Ciencias*

En las dos últimas décadas se ha evidenciado un acelerado desarrollo de las herramientas tecnológicas que han sido implementadas para mejorar la calidad de vida del ser humano en

todos sus ámbitos; incluso en la educación ha sido posible percibir este cambio, ya que la mayoría de las instituciones cuentan con algunos equipos que buscan mejorar la calidad de los procesos de enseñanza y de aprendizaje, a través de la familiarización de los docentes y estudiantes con estos recursos didácticos, lo que ha constituido una verdadera revolución educativa en general, y en la enseñanza de las ciencias en particular. En esta última, permitiendo el desarrollo de habilidades tales como “el trabajo en grupo o la emisión y contrastación de hipótesis utilizando programas de simulación” (Baird & Koballa, citado por Pontes, 2005a, p. 5).

Considerando que en la actualidad el alto costo de equipos de laboratorio de física hace difícil dotar las instituciones educativas con espacios exclusivos para tal fin, se presentan las simulaciones computacionales como una alternativa para desarrollar las clases experimentales, puesto que éstas utilizan modelos de sistemas donde se pueden modificar parámetros o variables con la intención de obtener resultados observables que permitan realizar inferencias sobre la influencia de tales variables en el comportamiento del sistema representado, proporcionando al estudiante la oportunidad de interactuar, reflexionar y aprender, al participar de forma activa en su proceso educativo (Pontes, 2005a).

De igual forma, las simulaciones poseen algunas características que son interesantes desde el punto de vista educativo, como la capacidad de “...simular fenómenos naturales difíciles de observar en la realidad o de representar modelos de sistemas físicos inaccesibles, la interactividad con el usuario, la posibilidad de llevar a cabo un proceso de aprendizaje y evaluación individualizada, entre otras aplicaciones educativas” (Pontes, 2005a, p. 2), como mostrar a los estudiantes algunos conceptos complejos y difíciles de visualizar de una manera



dinámica y no sólo de forma verbal o textual, donde se generen nuevas situaciones de aprendizaje que permitan la realización de mediciones de magnitudes físicas en tiempo real y la representación gráfica de datos que faciliten la comprensión y la interpretación de situaciones que se presentan en la cotidianidad, además de permitir la comprensión cualitativa de los principios físicos fundamentales, de tal manera que se incentive al estudiante a formular preguntas y no simplemente a encontrar respuestas (Fiolhais & Trindade, 2003).

### Referentes pedagógico-didácticos

El constructivismo como propuesta epistemológica se presenta como una alternativa para contrarrestar los problemas relacionados con los procesos de enseñanza aprendizaje que no logra resolver el conductismo, el cual valora al estudiante de acuerdo a las respuestas dadas a un estímulo determinado concibiéndolo como una tábula rasa; mientras que el constructivismo considera que el estudiante debe ser un sujeto activo en su proceso de aprendizaje, que realiza una construcción a partir de la realidad que lo envuelve y de la interacción social a través de la cual se intercambian significados.

De acuerdo a lo anterior, el presente trabajo de investigación está fundamentado en las teorías de aprendizaje de Ausubel y Vygotsky rescatando de ellos lo siguiente:

#### *Teoría de Aprendizaje Significativo de Ausubel*

Desde esta teoría es importante reconocer que los estudiantes traen consigo conocimientos previos que han sido construidos a lo largo de su vida, los cuales deben ser conocidos por los

docentes, quienes cumplen un papel mediador para provocar y favorecer la interacción entre estos conocimientos y la nueva información; logrando de esta manera que el conocimiento anterior sea reconstruido y adquiera un significado que implique relaciones que van desde las más simples o unidireccionales hasta las más complejas y sistémicas. Estos conocimientos previos actúan en el aprendiz como un anclaje que permite que las nuevas ideas, conceptos o proposiciones se vinculen a la estructura cognitiva para modificar dichos conocimientos y que éstos adquieran significados más elaborados. A estos saberes previos de los estudiantes se les denominan subsumidores o subsunsores, los cuales deben tener cierto grado de claridad, estabilidad y diferenciación para lograr que el proceso de aprendizaje sea dinámico y esté en constante construcción y reestructuración.

De acuerdo con lo anterior, el aprendizaje significativo se define como el proceso por medio del cual se establece una relación entre la nueva información y los subsumidores existentes en la estructura cognitiva de quien aprende, de forma no arbitraria y sustantiva; es decir, las relaciones que se establecen no pueden ser llevadas a cabo de forma incoherente, sino que deben guardar una cohesión entre lo que el estudiante sabe y lo que aprende, de tal manera que las “nuevas ideas, conceptos, proposiciones, pueden aprenderse significativamente (y retenerse) en la medida en que otras ... específicamente relevantes e inclusivos estén adecuadamente claros y disponibles en la estructura cognitiva del sujeto y funcionen como puntos de “anclaje” a los primeros” (Moreira, Caballero & Rodríguez, 1997, p.2). Además, lo que el estudiante incorpora a su estructura cognitiva es el significado que le atribuye a los conceptos y no sólo su representación, de tal manera que pueda explicarlos de diferentes maneras, no necesariamente haciendo uso de

un lenguaje especializado, pero que deben ser equivalentes en términos de significados, entrando en escena el componente idiosincrático de la significación.

El hecho de que el proceso anteriormente descrito se lleve a cabo no implica que el conocimiento previo del estudiante sea olvidado o pierda importancia, sino que por el contrario, la interacción con la nueva información se trata de una unión que transforma la estructura cognitiva, logrando así que tanto los nuevos conocimientos como las ideas anclaje sean más diferenciadas y estables, lo que es una característica fundamental del aprendizaje significativo, ya que lo que determina la significatividad no es la manera en que se accede al conocimiento sino cómo se relaciona con la estructura del aprendiz (Moreira, 2009, p.32).

Según Ausubel, la estructura cognitiva tiende a organizarse jerárquicamente en términos de nivel de abstracción, generalidad e inclusividad de sus contenidos (Moreira et al., 1997), dicha organización se refleja en los procesos de diferenciación progresiva y reconciliación integradora. En la diferenciación progresiva un nuevo conocimiento adquiere significado por interacción con las ideas anclaje, de esta manera el conocimiento previo queda más elaborado, sirviendo de anclaje para atribuir significados a nuevos conocimientos; mientras que en la reconciliación integradora las ideas establecidas con cierto grado de claridad pueden ser percibidas como relacionadas, adquiriendo nuevos significados que llevan a una reorganización de la estructura cognitiva, en donde los conceptos con mayor afinidad se integran a un concepto más abarcativo.

Teniendo en cuenta lo anterior, se deben cumplir dos condiciones esenciales para facilitar la adquisición de un aprendizaje significativo. En primer lugar, se requiere que el estudiante

presente una actitud adecuada o predisposición para aprender de manera significativa, constituyéndose en un componente afectivo y emocional necesario para el aprendizaje, ya que si el estudiante no muestra intención o disposición para establecer relaciones de manera sustantiva y no arbitraria en su estructura cognitiva, no se produce un aprendizaje significativo, aunque se tengan los conocimientos previos adecuados. En segundo lugar, es necesario que los materiales seleccionados para la enseñanza sean potencialmente significativos, lo que quiere decir que éstos deben tener tanto significado lógico como psicológico. El significado lógico hace alusión a la condición de ser consistente con el conocimiento, relacionándose de manera no arbitraria y sustantiva con la estructura cognitiva del aprendiz, lo que facilita que éste internalice la nueva información y la relacione con sus conocimientos previos para transformarlo en un significado psicológico; es decir, cuando el aprendiz le da significado a los nuevos conocimientos de acuerdo a sus ideas anclaje. De esta manera “el significado psicológico es real o fenomenológico, mientras que el significado lógico sólo depende de la naturaleza del material en sí mismo” (Rodríguez, 2008, p. 13). En la Figura 2 se presenta un esquema que intenta recoger los principales elementos de esta teoría.

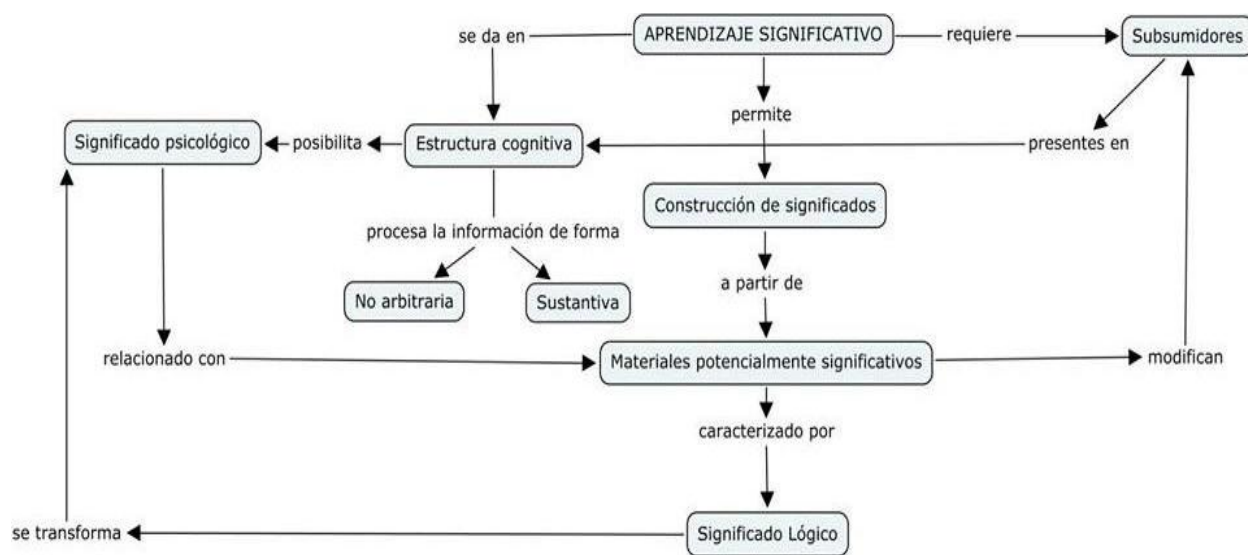


Figura 2. Esquema de conceptos sobre la Teoría de Aprendizaje Significativo

De acuerdo con lo anterior, en el marco de este trabajo las simulaciones computacionales empleadas se asumen como materiales potencialmente significativos, donde el docente entra a jugar un papel primordial, pues debe garantizar que las simulaciones cumplan con las condiciones mencionadas anteriormente. Se retoma además la necesidad de tener en cuenta los conocimientos previos de los estudiantes antes de desarrollar la propuesta mencionada en este trabajo, lo cual se evidenció en la aplicación de un diagnóstico inicial. De igual manera se consideró la predisposición de los estudiantes como un factor relevante para la adquisición de un aprendizaje significativo, lo que se tuvo en cuenta como criterio fundamental para la selección de los estudiantes participantes en el estudio de caso.

### *Teoría de la Interacción Social de Vygotsky*

Desde esta teoría se propone la interacción social como el medio a través del cual el estudiante intercambia significados para reconstruir sus conocimientos, esta interacción implica un mínimo de dos personas en el que se comparten diferentes experiencias e ideas en igual o diferente contexto sociocultural, que siempre está mediada por el uso del lenguaje. Es por esto que Vygotsky plantea que el desarrollo de los procesos mentales superiores se da a través de la socialización, la cual es el vehículo fundamental para la “transmisión dinámica (de inter a intrapersonal) del conocimiento construido social, histórica y culturalmente” (Moreira et al. 1997, p. 8). Por lo cual, la adquisición de significados y la interacción social son dos elementos inseparables, puesto que es a través de esta última que se puede evidenciar que los significados que una persona construye sobre determinado conocimiento son los que se comparten socialmente en un contexto definido.

Otro de los aportes de Vygotsky se refiere al uso de instrumentos mediadores para entender los procesos sociales, es decir, se plantea la mediación como la construcción interna de una operación externa, la cual incluye el uso de instrumentos y signos, que se diferencian en la forma como son empleados en la actividad humana. Los instrumentos influyen en la manera como se llevan a cabo las actividades, ya que éstos necesariamente producen cambios en los procesos cognitivos de un individuo, porque a medida que adquiere mayor dominio en el uso de instrumentos, mayor cantidad de actividades puede desarrollar por medio de sus funciones psicológicas; mientras que los signos son mediadores que han sido construidos socioculturalmente a partir de la interacción entre seres humanos que llegan a acuerdos comunes en cuanto a sus significados. Estos dos elementos de la teoría de Vygotsky se constituyen en vehículos fundamentales para el desarrollo de una cultura.

Considerando lo que plantea Bentolila & Clavijo (2001) “la mediación en definitiva, hace referencia a los procesos por los que el hombre se vale de la utilización de medios diferentes para ayudarse a obtener un fin o resolver un problema, o en definitiva, adaptarse” (p. 113); es por esto que en esta propuesta las simulaciones computacionales son un medio auxiliar para favorecer el aprendizaje significativo. Además, como lo plantea Vygotsky (1978) (citado por Bentolila & Clavijo, 2001), las tecnologías de la comunicación son “herramientas con las que el hombre construye realmente la representación del mundo exterior que más tarde se incorporará mentalmente... nuestros sistemas de pensamiento son el resultado de la interiorización de procesos de mediación desarrollados por y en nuestra cultura” (p. 120).

Dentro de esta teoría el profesor es considerado como un mediador indispensable en el proceso de enseñanza y aprendizaje, ya que será él quien dé a conocer a sus estudiantes los significados socialmente aceptados en un contexto determinado, cerciorándose de que correspondan con los que sus estudiantes construyen internamente. Es en esta interacción maestro-estudiante y estudiante-estudiante, donde el lenguaje juega un papel fundamental ya que está presente en todos los actos de comprensión e interpretación, representando no sólo lo verbal sino también lo ideológico, de tal manera que la enseñanza se consolida cuando profesor y estudiante hablan el mismo lenguaje. En la Figura 3 se presenta un esquema que resalta los principales conceptos de la teoría de Vygotsky.

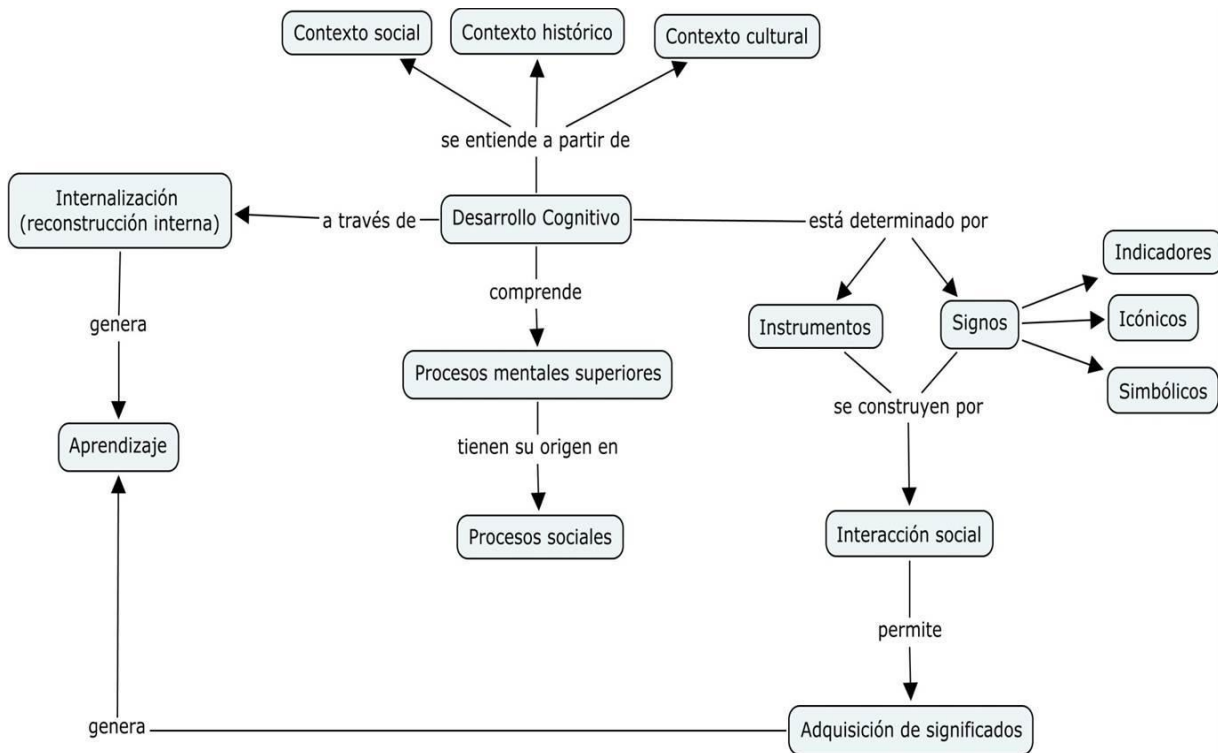


Figura 3. Esquema sobre la teoría de la Interacción Social de Vygotsky

Teniendo en cuenta esta teoría se implementó la estrategia de aprendizaje colaborativo en el desarrollo de la propuesta pedagógico-didáctica, de tal manera que se favoreciera la construcción de significados por parte de los estudiantes a partir de la interacción social, tanto en el uso de simulaciones computacionales como en la elaboración de mapas conceptuales. En este sentido, las simulaciones computacionales se consideran instrumentos porque permiten llevar a cabo actividades que inciden en la forma como aprenden los estudiantes, de tal manera que cada vez se involucren más los conocimientos adquiridos a lo largo del proceso; de igual forma, los conceptos utilizados para la elaboración de los mapas conceptuales están acordes con los signos, ya que son construcciones del ser humano que tienen un significado aceptado por una comunidad, y lo que se espera con dichos mapas es que los estudiantes externalicen los significados que ellos le atribuyen a estos conceptos para evidenciar que están en correspondencia con lo aceptado socioculturalmente.

A partir de lo que propone la teoría de Vygotsky, se puede establecer una relación con la teoría de aprendizaje de Ausubel, puesto que ambas le dan importancia al lenguaje como factor que propicia un aprendizaje significativo a través de la interacción social y permite intercambiar significados, los cuales han sido elaborados de acuerdo a la estructura cognitiva de cada individuo. Es en este punto donde se resalta que los materiales potencialmente significativos que propone Ausubel se corresponden con los instrumentos y signos que plantea Vygotsky, donde el proceso de internalización, que es la construcción de significados de acuerdo a un contexto, se ve reflejado en la teoría de Ausubel en la transformación de significado lógico a significado psicológico, que conlleva a la adquisición de un aprendizaje significativo.



## Estrategias de Enseñanza

En relación con las teorías de aprendizaje descritas anteriormente, surgen diferentes estrategias de enseñanza que fundamentan el desarrollo de la propuesta pedagógico-didáctica, tales como el aprendizaje colaborativo, los mapas conceptuales y el método POE (Predecir - Observar - Explicar).

### *Aprendizaje Colaborativo*

El aprendizaje colaborativo desde la perspectiva de Johnson, Johnson & Holubec (1999), se entiende como la conformación de pequeños grupos de estudiantes que tienen como objetivo contribuir a su proceso de aprendizaje y al de los demás, donde se evidencia su participación activa sin dejar de lado el papel del docente como un facilitador que organiza, explica, acompaña, evalúa y retroalimenta el desarrollo de las actividades propuestas.

Dado que el aprendizaje es una construcción social, donde se hace necesario que los estudiantes interactúen tanto con el docente como con sus compañeros, se pueden identificar tres tipos de grupos de aprendizaje que dependen de las actividades a desarrollar. En primer lugar se encuentran los grupos formales, que se conforman para lograr un objetivo común en torno a una tarea de aprendizaje asignada durante varias semanas. En segundo lugar, los grupos informales que se conforman con el fin de desarrollar actividades en una sesión de clase, de tal forma que los estudiantes procesen cognitivamente lo que se esté enseñando y que el material utilizado genere expectativas en ellos. En tercer y último lugar, se encuentran los grupos de base, que tienen objetivos a largo plazo y se constituyen de forma permanente.

El docente debe considerar que en el aula de clase existen otros tipos de grupo diferentes al de aprendizaje colaborativo, algunos de ellos son el grupo de pseudoaprendizaje y el tradicional, los cuales se caracterizan porque sus integrantes tienen objetivos individuales, aunque en el primero se presenta una mayor competitividad y rivalidad entre los integrantes, ya que consideran que la valoración de su trabajo será únicamente por su desempeño personal; por lo cual, como lo sugieren Johnson et al. (1999) los estudiantes en este caso trabajarían mejor de forma individual; mientras que en el grupo tradicional hay un intercambio de información para llevar a cabo las tareas asignadas, que no implica necesariamente que los estudiantes sientan interés por compartir lo que saben con sus compañeros; es por ello que los estudiantes más responsables prefieren trabajar solos para no sentir que sobre ellos recae todo el peso de la actividad grupal a realizar.

De acuerdo con lo anterior, para garantizar que un grupo de aprendizaje es colaborativo deben tenerse en cuenta cinco elementos; el primero de ellos es la interdependencia positiva, en la cual se plantea que el éxito de la actividad a realizar no depende de un sólo integrante sino de todos, y se puede propiciar a partir de los recursos brindados por el docente. El segundo elemento es la responsabilidad individual y grupal, en donde cada individuo es responsable de una parte del trabajo asignado para contribuir al grupo y fortalecer su propio aprendizaje. El tercer elemento es la interacción estimuladora, en donde los estudiantes tienen un compromiso tanto con su propio aprendizaje como con el de los demás, con la intención de vincular los conocimientos previos con la nueva información que se está adquiriendo, de tal manera que se promueva la colaboración y no la competitividad. El cuarto elemento son las técnicas interpersonales y de equipo, con las cuales se propicia un ambiente donde se integren las habilidades de cada

integrante para mejorar el desempeño grupal, donde la buena comunicación y la resolución de conflictos intervienen en el desarrollo de las actividades. El quinto y último elemento es la evaluación grupal, donde se valora el proceso que se ha llevado a cabo y se genera un espacio para debatir y retroalimentar sobre los aspectos que se deben fortalecer. Es por todos los elementos anteriormente descritos que la colaboración se puede considerar como algo más que un método de enseñanza, es decir, un cambio básico en la estructura organizativa que afecta todos los aspectos de la vida en el aula (Johnson et al., 1999).

Como lo mencionan Johnson et al. (1999) “la forma en que el docente organice sus clases les brindará a los alumnos la oportunidad de aprender en grupos colaborativos, pero también es necesario darles el motivo y los medios para hacerlo” (p. 37); una forma posible de lograrlo es utilizar como estrategia la construcción de mapas conceptuales, los cuales son una herramienta que fomentan el aprendizaje en todos los ámbitos educativos, desde la organización y planificación de la clase hasta la toma de notas y evaluación de los aprendizajes, posibilitando mejorar las condiciones para el aprendizaje, enseñar a pensar críticamente y apoyar la colaboración, constituyéndose así en una estrategia facilitadora del aprendizaje significativo, ya que fueron diseñados por Novak (1975) para tal fin teniendo en cuenta la teoría de Ausubel.

### *Mapas conceptuales*

Los mapas conceptuales son diagramas que permiten establecer relaciones entre conceptos, que no implican necesariamente jerarquías ni secuencias, es decir, son diagramas que reflejan relaciones significativas estimulando la creatividad y la identificación de conceptos importantes donde se deja en evidencia las relaciones que el estudiante establece entre conceptos, a partir de

las cuales se construyen significados teniendo en cuenta la nueva información y los conocimientos previos, por lo cual, las relaciones que se establecen son sustantivas. Además, considerando que esta estrategia facilita potencialmente el aprendizaje significativo, se deben tener en cuenta tanto los conocimientos previos de los estudiantes como su predisposición para el aprendizaje, de tal manera que al elaborar los mapas conceptuales se lleve a cabo un proceso metacognitivo, donde, según Moreira (2009), se enfatiza en la estructura conceptual y sus relaciones, se diferencian los conceptos en cuanto al grado de generalidad e inclusividad y se proporciona una visión integrada de un tema determinado.

Dado que la estructura cognitiva está constantemente reorganizándose por los procesos de diferenciación progresiva y reconciliación integrativa, los mapas conceptuales elaborados sobre un mismo tema serán diferentes en cada momento, por lo cual no son auto-instructivos, es decir, deben ser explicados por la persona que los realiza para mostrar los significados que atribuye a los conceptos y las relaciones que establece entre éstos y deben realizarse cuando se tenga un acercamiento al tema de tal manera que sean potencialmente significativos. Por lo anterior este tipo de estrategia entra en conflicto con el aprendizaje mecánico, ya que requiere una nueva concepción en cuanto a la enseñanza, el aprendizaje y la evaluación.

#### *Método POE (Predecir, Observar, Explicar)*

El método POE fue propuesto por White & Gunstone (1992) como una estrategia que permite dar cuenta de las concepciones que los estudiantes tienen frente a un determinado fenómeno. Este método consiste en presentar a los estudiantes una situación en la que deben predecir lo que creen que sucederá bajo determinadas circunstancias justificando dicha

predicción; en este punto es fundamental que los alumnos expliquen las razones en las que están basadas sus creencias, de tal manera que sean conscientes de la importancia de los conocimientos previos para sus interpretaciones. El siguiente paso consiste en observar lo que sucede por medio de una simulación, animación o vídeo tomando nota detalladamente y contrastando los hechos observados con lo anteriormente predicho, y finalmente deben explicar las diferencias entre sus predicciones y lo observado con la intención de reconciliar posibles discrepancias entre las predicciones y observaciones, logrando así que los estudiantes piensen de manera intencionada y detenida sobre lo que están haciendo, reflexionando sobre el comportamiento del fenómeno.

De acuerdo con Gunstone & Northfield (1994), “este tipo de actividades tiene un marcado carácter metacognitivo en la medida en que, si se desarrollan adecuadamente, ayudan a los alumnos a ser conscientes de sus propios procesos cognitivos”, donde la observación juega un papel importante porque permite que se concienticen de que muchas veces sus concepciones sobre el conocimiento científico no da cuenta de lo que en realidad sucede con el fenómeno estudiado. En este tipo de estrategia el estudiante es protagonista de su propio aprendizaje, sin dejar de lado que el docente tiene un papel fundamental como diseñador y mediador de las actividades, fomentando a la vez el aprendizaje colaborativo formando grupos que permitan a los estudiantes reflexionar, discutir y debatir sobre su punto de vista para articularlo con el de sus compañeros y negociar nuevos significados compartidos (Kearney, 2002).

## CAPÍTULO 4

### FUNDAMENTACIÓN METODOLÓGICA

#### Enfoque de la Investigación

Este trabajo se fundamenta en una investigación cualitativa donde el investigador está inmerso en el contexto en el que se desarrolla el fenómeno de interés, en este caso el aula de clase, la cual será vista “como un ambiente organizado social y culturalmente en el que las acciones cambian constantemente, se adquieren significados, se intercambian y se comparten” (Moreira, 1999, p. 25). En este tipo de investigación es el investigador quien analiza críticamente los significados de acuerdo al contexto dando prioridad a la descripción e interpretación de éstos, tanto los del investigador como los de los sujetos, procurando analizarlos críticamente a la luz de un contexto determinado, “pues los significados y las acciones son contextuales” (Moreira, 1999, p. 25).

De acuerdo con lo anterior la investigación cualitativa tiene un enfoque descriptivo e interpretativo, donde el investigador narra lo que hace concentrándose no en los procedimientos sino en los resultados, observando participativamente desde dentro del ambiente estudiado, inmerso en el fenómeno de interés, anotando cuidadosamente todo lo que ocurre en ese ambiente, registrando eventos sin alterar el lenguaje cotidiano y los valores que se encuentran presentes, considerando las producciones de los alumnos y haciendo entrevistas; para mostrar al lector que sus interpretaciones son acordes con los significados que tienen los sujetos en el contexto de la investigación, y dar así credibilidad y fiabilidad, lo cual de acuerdo con Eisner (1981) da validez a la investigación (Moreira, 1999).

A diferencia de la investigación cuantitativa que busca estudiar una muestra de una población para llegar a una generalización, esta investigación se ocupa de estudiar grupos o individuos en particular, es decir, casos específicos “intentando descubrir lo que hay de único en ellos y lo que puede generalizarse a situaciones similares” (Moreira, 1999, p. 26). Es por esta razón que de la investigación cualitativa se elige el estudio de caso basado en la perspectiva de Stake (1998) quien lo define como “una investigación de una unidad específica, situada en su contexto, seleccionada según criterios predeterminados y, utilizando múltiples fuentes de datos, que se propone ofrecer una visión holística del fenómeno estudiado.” (Mazzoti, 2006, p. 650). Con base en la clasificación propuesta por Stake (1998) optamos por el estudio de caso instrumental porque lo que se pretende es implementar una propuesta didáctica a un grupo de estudiantes con el fin de analizar el impacto que tiene en ellos, facilitando de esta manera la comprensión del concepto de presión hidrostática, es decir, se pretende conocer los resultados de aplicar dicha propuesta donde los casos seleccionados van a permitir valorar esos resultados. Es importante resaltar que esta investigación estuvo delimitada en un tiempo y espacio determinado que fue seleccionado en función de unos intereses específicos, tanto de las investigadoras como del contexto de investigación.

Para ser más concretos, en esta investigación se consideran casos a aquellas situaciones que por su particularidad y complejidad permiten llegar a la comprensión del fenómeno estudiado a partir de la naturalidad de su contexto. De acuerdo con lo que sugiere Stake, citado en Mazzoti (2006), “los casos individuales que se incluyen en el conjunto estudiado pueden o no ser seleccionados por manifestar alguna característica común”, por lo cual en esta investigación el criterio principal para la selección de los casos, acorde con el marco teórico, fue la

predisposición para el aprendizaje, porque se cree que de esta manera se va a permitir una mejor comprensión del impacto de la propuesta didáctica, analizada desde diferentes grados de predisposición en los estudiantes, preservando las realidades múltiples y las diferentes visiones de lo que sucede.

Teniendo en cuenta que la presente investigación se fundamenta en el estudio de un caso constituido por un grupo de nueve estudiantes, se puede decir que tenemos como propósito encontrar resultados válidos para dicho grupo, sin intención de generalizar dichos resultados, ya que al tratar situaciones particulares, no se corre el riesgo de llegar a conclusiones alejadas del objetivo de investigación. Es a través de los procesos de triangulación entre diferentes fuentes de información, entre las investigadoras y con el marco teórico que se logra la validez interna de la investigación, puesto que a partir de dicha triangulación se busca la “reunión y cruce dialéctico de toda la información pertinente al objeto de estudio surgida en la investigación por medio de los instrumentos correspondientes” (Cisterna, 2005, p. 68).

### Metodología de enseñanza

La propuesta metodológica de enseñanza basada en la Teoría del Aprendizaje Significativo de Ausubel y la Teoría del Aprendizaje de Vygotsky busca implementar diferentes estrategias de enseñanza como el aprendizaje colaborativo, el método POE (Predecir, Observar, Explicar) y los mapas conceptuales para orientar los procesos de simulación computacional en la enseñanza del concepto de presión hidrostática.



En primer lugar, el aprendizaje colaborativo permite involucrar a los estudiantes en la construcción de conocimiento a través de la interacción con sus pares, lo que también va a permitir desarrollar las capacidades necesarias para la interacción social, que según Vygotsky, es un medio fundamental para la adquisición de significados acordes con el contexto.

En segundo lugar, a partir de la teoría del Aprendizaje Significativo, se propone la elaboración de mapas conceptuales, los cuales fueron diseñados por Novak (1975) como herramientas instruccionales que permiten reflexionar sobre los conceptos, evidenciar su construcción a partir de los significados que se le atribuyen y de las relaciones que se establecen entre conceptos, lo cual se constituye en el reflejo de la adquisición de un aprendizaje significativo (García, 1992, p. 149)

Y por último, el método POE en el cual se le solicita al estudiante que prediga lo que acontecerá si se le cambian ciertas variables a la situación, luego los estudiantes interactúan libremente con la simulación computacional para observar lo que realmente ocurre y finalmente, deben explicar las diferencias entre sus predicciones y los resultados obtenidos, permitiendo que el estudiante reflexione en cuanto al comportamiento del fenómeno y vincule sus conocimientos previos con la nueva información.

### *Contexto de la investigación*

La propuesta didáctica se llevó a cabo en la Institución Educativa Presbítero Antonio José Bernal Londoño, la cual está ubicada entre los barrios Héctor Abad Gómez y Plaza Colón del municipio de Medellín, al lado de la estación Acevedo del metro. Es una entidad de carácter

público de educación formal y hace parte del programa de “colegios de calidad” para Medellín, que en alianza con “Medellín Digital” busca mejorar la calidad del proceso educativo, apoyado en las Tecnologías de la Información y la Comunicación -TIC- como herramientas pedagógicas. Además, busca la integración de la escuela con su entorno, fortaleciendo la proyección social a través de espacios de encuentro entre la comunidad y la institución educativa, y promoviendo la investigación y la recreación.

La institución educativa entiende la enseñanza como una actividad que busca generar aprendizaje despertando la atención y la iniciativa de quien aprende para afrontar los cambios profundos y acelerados de los avances científicos, el desarrollo de las tecnologías de la información y la comunicación, los cambios de modo de vivir y de los sistemas de valores y creencias en emergencia de una sociedad global y digital.

La investigación se realizó con los estudiantes del grupo 10°A, de los cuales fueron seleccionados nueve casos, teniendo como criterio principal la predisposición presentada en el aula para el aprendizaje, es decir, la participación y actitud en clase, el cumplimiento de las actividades, y la motivación e interés en el desarrollo de las clases. Dicho criterio se fundamenta en la observación participante de las investigadoras y en el análisis de los resultados obtenidos de las primeras actividades desarrolladas, las cuales fueron el diagnóstico y la elaboración del mapa conceptual grupal. Siguiendo las consideraciones éticas se firmó un consentimiento informado (ver anexo 15), por parte de las directivas de la institución, el docente, los acudientes y los estudiantes para la toma de fotografías y la recolección de información con fines exclusivamente investigativos.

De acuerdo con Stake (1998), la finalidad de un estudio de caso instrumental es emplear el caso como un instrumento para fortalecer la comprensión de un fenómeno en particular, por lo cual los casos que se seleccionaron presentan una característica en común en diferentes niveles, así: tres estudiantes presentan mayor predisposición para el aprendizaje, tres presentan una predisposición intermedia, y tres una predisposición mínima para aprender. Entendiéndose esta predisposición desde la Teoría del Aprendizaje Significativo de Ausubel como una actitud activa que posibilita que el estudiante relacione la nueva información con las ideas previas ya establecidas en su estructura cognitiva, lo cual es una condición fundamental para que se produzca un aprendizaje significativo. En la Tabla 2 se describen las características que se establecieron para cada nivel de predisposición:

Tabla 2

*Niveles de predisposición para el aprendizaje*

NIVEL DE PREDISPOSICIÓN	CARACTERÍSTICAS
Mayor	Los estudiantes participan en las clases, hacen preguntas, profundizan en sus argumentaciones y propician el debate entre sus compañeros en el trabajo grupal.
Intermedia	Los estudiantes se caracterizan por dar respuestas limitadas y poco profundas, participan en clase de manera no voluntaria y sin mostrar interés, responden a las actividades solamente por cumplir.
Mínima	Los estudiantes son indiferentes a las actividades propuestas, hay que recordarles con frecuencia lo que deben realizar y no participan activamente en clase.

*Instrumentos para la recolección de información*

En el contexto de la investigación se tienen en cuenta diversos instrumentos y técnicas para la recolección de la información, dentro de las cuales se encuentran: el análisis documental, la observación participante, el diario de campo y la entrevista individual semiestructurada. Además

se emplearon otros instrumentos que fueron diseñados para la implementación de la propuesta como el diagnóstico, los cuestionarios basados en el método POE, los mapas conceptuales y exposiciones realizadas por los estudiantes. El punto de partida fue el análisis documental, por medio del cual se eligió el tema y se construyó el problema de investigación.

De acuerdo con la investigación cualitativa, la observación participante es el tipo de observación consecuente con el objetivo de la investigación, por lo cual en un primer momento se realizó de forma pasiva donde se observó el espacio físico, los recursos humanos y materiales de la institución, las herramientas empleadas por el docente y aquellos hechos relevantes donde se puede reflejar el comportamiento de los estudiantes para seleccionar el grupo específico donde se aplicaría la propuesta didáctica. El sentido de la observación no es solamente transcribir o copiar los sucesos sino analizar, criticar y adentrarnos en lo que sucede, donde se hace necesario realizar una observación participante activa, la cual se llevó a cabo dentro de la investigación en los momentos de intervención de la propuesta didáctica; por lo anterior se hizo necesario llevar un registro de los tiempos y hacer notas significativas y comprensibles, donde el formato de observación fue propio de cada investigador, pues es a partir de la investigación y de lo que desea analizar que se toman decisiones frente a lo que es más conveniente de ser observado (Hernández, Fernández & Baptista, 2006), además para evitar sesgos personales y contrastar con los demás investigadores las distintas perspectivas.

La observación participante se constituye en un apoyo para la elaboración del diario de campo, el cual es una herramienta de gran relevancia en una investigación cualitativa, ya que en él se consignan prejuicios, una forma particular de comprender el fenómeno observado y

reflexiones que surgen a partir de la interpretación de los hechos, como lo menciona Ghiso, citado en Alzate & Sierra (2000), “este tipo de registro continuo y sistemático, es un acopio de apreciaciones, observaciones, sentimientos, opiniones y reacciones sobre la realidad que queremos comprender”. Es así como el diario de campo se considera un instrumento para la recolección de datos y extracción de información, que va a permitir una interpretación y análisis detallado de los eventos registrados durante la observación del contexto de investigación, reflejando una evolución y permitiendo reflexionar sobre los hechos acontecidos para tomar decisiones sobre acciones futuras. De esta manera se evidencian las etapas que propone Alzate & Sierra (2000) en el proceso de elaboración del diario de campo, que son: Descripción o narración de los hechos, explicación de éstos en función de una necesidad, aplicación y retroalimentación.

Teniendo en cuenta la importancia de conocer tanto las percepciones de los investigadores como de los sujetos investigados, surge la entrevista semiestructurada como un instrumento de recolección de información que va a permitir precisar conceptos y apoyar las interpretaciones de los investigadores acerca del fenómeno estudiado realizando preguntas de opinión y de conocimiento (Mertens, 2005, citado en Hernández et al., 2006), teniendo en cuenta que el contexto es fundamental para la interpretación de significados. Por lo anterior, de acuerdo con Creswell (2005) (citado en Hernández et al., 2006), “las entrevistas cualitativas deben ser abiertas, sin categorías preestablecidas, de tal forma que los participantes expresen de la mejor manera sus experiencias y sin ser influidos por la perspectiva del investigador”, para finalmente categorizar la información de acuerdo a las necesidades de la investigación.

En cuanto a los instrumentos empleados en el desarrollo de la propuesta, inicialmente fue aplicado un cuestionario diagnóstico con 6 preguntas abiertas y de selección múltiple con justificación y una situación problema, con la intención de identificar los conocimientos previos de los estudiantes sobre conceptos como fuerza, densidad, volumen, peso, masa, fluidos y situaciones de la vida cotidiana relacionadas con éstos (ver anexo 1). Sobre los mapas conceptuales, se realizó uno de manera grupal al inicio de la propuesta, sobre propiedades de los fluidos, teniendo en cuenta conceptos propuestos por los estudiantes, tales como densidad, viscosidad, fluidos, líquidos, peso, volumen, fricción, resistencia, gases, temperatura, compresibles, incompresibles, materia, masa y forma. Fue realizado también otro mapa conceptual de forma individual teniendo en cuenta algunos conceptos como presión hidrostática, densidad, gravedad, presión atmosférica, profundidad, volumen, masa, fluido, principio de Pascal, fuerza, área, barómetro y otros conceptos que ellos consideraran pertinentes para relacionarlos con el concepto de presión hidrostática. De esta manera, este mapa conceptual fue un producto que reflejó el aprendizaje de este concepto durante el desarrollo de la propuesta.

En relación con los cuestionarios basados en el método POE, el primero de ellos se implementó para orientar un laboratorio virtual en el que habían dos objetos, uno rígido y uno comprimible, los cuales se debían introducir por separado en un recipiente que se podía llenar con diferentes líquidos, con el fin de observar el comportamiento de cada uno de estos objetos al ser sumergidos a diferentes profundidades (ver anexo 2). El cuestionario se dividió en dos partes, una de forma física relacionada con la predicción, en la cual los estudiantes debían responder tres preguntas abiertas orientadas a describir las diferentes ideas que tenían en torno a la presión hidrostática; la segunda parte fue de forma virtual en un formulario de Google Docs., que contenía tres preguntas obligatorias para la parte de observación y explicación del método POE y

seis preguntas opcionales para analizar de forma detallada el fenómeno presentado en el laboratorio virtual (ver anexo 3). El segundo cuestionario se empleó para orientar una simulación de Phet de la Universidad de Colorado llamada “Bajo presión” (ver anexo 4). Éste estaba conformado por cuatro preguntas correspondientes a la predicción y cuatro preguntas para confrontar las diferencias y similitudes entre lo predicho y lo observado (ver anexo 5).

Por último, para valorar la transferencia que hacen los estudiantes a diferentes situaciones de la vida cotidiana relacionadas con el concepto de presión, se llevó a cabo una exposición en donde ellos explicaban con sus palabras lo que habían entendido en cuanto a la aplicación de este concepto en las situaciones que propusieron.

#### *Propuesta pedagógico-didáctica*

La propuesta se realizó en tres sesiones de 1 hora y 45 minutos cada una y tres sesiones de 50 minutos cada una; una sesión por semana, para una duración de aproximadamente dos meses. Las actividades estuvieron divididas en dos etapas: diagnóstico e intervención. En la primera etapa se aplicó el cuestionario diagnóstico para ser resuelto de forma individual con una duración de 50 minutos (ver Anexo 1).

La intervención estuvo conformada por 8 actividades teniendo en cuenta las estrategias de enseñanza mencionadas anteriormente, para su desarrollo se elaboró un blog (<http://presionhidrostaticatic.blogspot.com/>) donde se encuentran consignadas las actividades realizadas y algunas herramientas como simulaciones, imágenes y vídeos que sirven de recurso para facilitar y complementar el desarrollo de la propuesta.

La primera sesión constó de dos actividades; en la primera, llamada Historia de la mecánica de fluidos los estudiantes se reunieron en grupos para leer una breve recopilación de los personajes y hechos más representativos que aportaron a la mecánica de fluidos, luego de esto discutieron tres preguntas abiertas y una situación problema para establecer una relación entre los acontecimientos históricos y la vida cotidiana, para esta actividad cada grupo de cuatro estudiantes tuvo a su disposición un computador con acceso a internet para leer la historia en un ambiente de aprendizaje y responder las preguntas en un formulario de Google docs., (ver anexo 6). En la segunda actividad los estudiantes interactuaron con una aplicación y se llevaron a cabo diferentes experimentos con la intención de identificar las propiedades de los fluidos como la masa, el volumen, la densidad y la viscosidad. Para la masa y el volumen se empleó una aplicación que consistía en una balanza de dos platos, varias pesas y una probeta, con los cuales debían obtener el valor de la masa y el volumen de dos cuerpos diferentes (ver anexo 7). En cuanto a la densidad se realizó un experimento que consistía en echar diferentes fluidos como agua, miel y aceite a una jarra de vidrio y observar las diferentes posiciones en las que quedaban los fluidos, luego se introdujeron varios objetos como un tornillo, un corcho, una vela y silicona para observar en que fluido se ubicaban los objetos y así determinar sus densidades. El siguiente experimento realizado para la viscosidad consistió en deslizar diferentes fluidos como jabón, aceite y miel sobre la superficie de una tabla inclinada, para observar cual llegaba primero hasta el borde de la tabla y determinar cuál fluido era más viscoso y cual más líquido. Por último se preparó un fluido con una mezcla de maicena y agua para mostrar la existencia de fluidos con viscosidad no constante. Para finalizar se propuso como actividad extraclase realizar una lista de



conceptos que los estudiantes consideraran que se relacionan con las características de los fluidos abordados en esta sesión.

La segunda sesión se dividió en dos actividades, en la primera los estudiantes realizaron el mapa conceptual grupal inicial y en la segunda se desarrolló el laboratorio virtual sobre presión hidrostática y los estudiantes respondieron de forma individual la parte de la predicción del primer cuestionario basado en el método POE (ver anexo 3).

En la tercera sesión se le dio continuidad al laboratorio virtual con los demás pasos del método POE (Observar y Explicar) en grupos de cuatro estudiantes. Por último se socializaron los mapas conceptuales realizados en la sesión anterior, se hicieron algunas aclaraciones sobre la elaboración de los mismos y se propuso como actividad extraclase elaborar un mapa conceptual sobre el concepto de presión hidrostática.

Para la cuarta sesión se realizaron algunos experimentos relacionados con la presión atmosférica y la presión hidrostática, el primer experimento consistió en dos botellas de diferente tamaño con agujeros a la misma altura, con la intención de mostrar que la velocidad de caída del agua y el alcance del chorro no dependen del volumen de la botella sino de la altura del orificio; los siguientes experimentos se realizaron para diferenciar la presión atmosférica de la presión hidrostática, el primero consistió en poner una hoja de papel sobre un vaso lleno de agua y voltearlo, luego se les presentó otro experimento que consistió en unos pulmones contruidos con una botella, pitillos, bombas y un guante de látex para observar lo que sucede en el proceso de respiración; la explicación de estos experimentos se realizó mediante preguntas de forma oral (ver anexo 8). Después, se hizo entrega de dos jeringas de diferentes tamaños y una manguera a

cada uno de los grupos; las jeringas ya contenían agua y estaban unidas por la manguera simulando una prensa hidráulica, se realizaron preguntas acerca de lo que observaron sobre el comportamiento del sistema y qué diferencia encontraron al empujar cada émbolo. Para terminar se les dictó un ejercicio con el fin de observar cómo se aplica el principio de Pascal y su relación con la fuerza y el área.

En la quinta sesión tuvieron la oportunidad de interactuar con la simulación de PhET (Universidad de Colorado) (ver anexo 4) de forma individual, orientada con el segundo cuestionario basado en el método POE (ver anexo 5). A algunos estudiantes se les realizó una entrevista semiestructurada para socializar y explicar las preguntas de los cuestionarios y llegar a una conclusión de todas las variables que intervienen en dicho concepto y las que no. Al terminar realizaron el mapa conceptual final. Se propuso como actividad extraclase plantear o buscar situaciones en las que se aplique el concepto de presión hidrostática en la vida cotidiana, diferentes a la prensa hidráulica.

Para la sexta y última sesión los estudiantes entregaron por escrito la actividad extraclase anteriormente mencionada y la socializaron con sus compañeros. Por último los estudiantes respondieron un cuestionario para valorar la propuesta desarrollada a lo largo de las clases (ver anexo 9), además se les realizó una entrevista individual semiestructurada a los estudiantes que se seleccionaron para el estudio de caso (ver Anexo 10).

Las anteriores actividades se sintetizan en la Tabla 3:

Tabla 3.

## Síntesis de la Propuesta Pedagógico-Didáctica

Sesión/ duración	Objetivo de la actividad	Actividades y recursos
1 Ago. 27 1 hora	Identificar los conocimientos previos que poseen los estudiantes relacionados con el concepto de presión hidrostática.	Actividad: Cuestionario diagnóstico
2 Sept. 9 1h 45'	<p>Conocer los principales aportes a la mecánica de fluidos a lo largo de la historia.</p> <p>Establecer las características de los fluidos mediante la observación de experimentos físicos.</p>	<p>Actividad 1 Historia de la mecánica de fluidos</p> <p>Actividad 2 Propiedades de los fluidos: experimentos e interacción con una aplicación</p> <p>Actividad extraclase N°1: Lista de conceptos sobre las características de los fluidos</p>
3 Sept. 16 1h 45'	<p>Establecer relaciones entre las características de los fluidos por medio de la elaboración de un mapa conceptual.</p> <p>Contrastar los conocimientos previos de la presión hidrostática con los conceptos abordados en el laboratorio virtual.</p>	<p>Actividad 1 Mapa conceptual sobre las propiedades de los fluidos</p> <p>Actividad 2 Laboratorio virtual sobre presión hidrostática orientado con el método POE</p>
4 Sept. 23 1h 45'	<p>Describir las variables que intervienen en el concepto de presión hidrostática.</p> <p>Relacionar las características de la presión hidrostática por medio de la elaboración de un mapa conceptual.</p>	<p>Actividad 1 Continuación del laboratorio virtual</p> <p>Actividad 2: Socialización del mapa conceptual sobre propiedades de los fluidos.</p> <p>Actividad extraclase N°2: Elaboración de mapa conceptual sobre presión hidrostática.</p>
5 Sept. 30 1 hora	<p>Diferenciar la presión hidrostática de la atmosférica a través de experimentos físicos.</p> <p>Establecer la relación entre el principio de Pascal y la prensa hidráulica.</p>	<p>Actividad 1 Experimento sobre presión hidrostática y presión atmosférica.</p> <p>Actividad 2 Principio de Pascal: Interacción con una prensa hidráulica casera.</p>

6 Oct. 21 1h 45'	Caracterizar y establecer relaciones entre las variables que intervienen en la presión hidrostática.	Actividad 1 Simulación de Phet empleando el método POE.  Actividad 2 Mapa conceptual final sobre presión hidrostática.  Actividad extraclase N°3: Aplicaciones del concepto de presión hidrostática a la vida cotidiana.
7 Nov. 7 1 hora	Describir las diferentes aplicaciones que tiene el concepto de presión hidrostática en situaciones de la vida diaria.  Conocer las percepciones de los estudiantes sobre la implementación de la propuesta de enseñanza.	Actividad 1 Socialización de las aplicaciones propuestas por los estudiantes.  Actividad 2 Cuestionario de Valoración

Durante el desarrollo de la propuesta se presentaron algunas ventajas para su aplicación, entre las cuales se puede mencionar el acceso a los recursos de la institución, tales como: computadores portátiles, televisor, acceso a internet inalámbrico y espacios físicos adecuados, la buena disposición del docente de física y de docentes de otras áreas facilitando los espacios para desarrollar las sesiones, la disposición de los estudiantes para el trabajo en grupo, y su empatía con las herramientas tecnológicas. Por otro lado, se encontraron algunos obstáculos que no impidieron la realización de la propuesta, pero generaron algunas dificultades para su desarrollo, los cuales fueron: la velocidad de navegación de la red inalámbrica de la institución, las actividades planeadas por la institución que coincidían con el horario de las intervenciones, dificultad para acceder a un computador por estudiante, considerando que la institución cuenta con suficientes equipos, y la organización espacial del aula de física tipo laboratorio (mesas de trabajo para cuatro estudiantes) hizo difícil la distribución de los estudiantes para llevar a cabo actividades de forma individual.

*Instrumentos y procedimientos para el análisis de la información*

En el marco de una investigación el análisis de la información recolectada es uno de los procesos fundamentales, porque a través de éste es posible comprender la realidad del objeto de estudio, lo que no se logra solamente con la recolección de datos. Para llevar a cabo este análisis se emplearon algunos procedimientos e instrumentos como el análisis de contenido, la categorización, la codificación y la triangulación.

Inicialmente, el análisis de contenido fue un proceso que permitió reflexionar sobre la información recolectada con el fin de comprenderla y llegar a una interpretación del fenómeno estudiado, como lo menciona Bautista (2011)

...cuando se habla de “análisis de contenido”, se da por entendido que hay un significado oculto o guardado detrás de los hechos que hace prioritaria su develación para que surja una “interpretación” que permita ese nuevo conocimiento de lo que se está buscando, a través del discernimiento. (p. 188)

Por lo cual en este momento de la investigación se describieron las características de los hechos que se consideran relevantes para dar respuesta a la pregunta de investigación. A través de este procedimiento se inició la fase de categorización, en la cual se organizó la información estableciendo relaciones entre situaciones que presentaban regularidades y estaban ligadas a los objetivos de la investigación; como lo afirma Bautista (2011),

...los datos registrados en los diversos instrumentos deben ser convertidos en categorías que permitan realizar comparaciones y contrastes, a fin de poder organizar conceptualmente los apuntes y dar a la información una forma accesible que permita la comprensión de las realidades emergentes que se han detectado. (p. 189)

Acompañada de la categorización, se encuentra la codificación como la operación concreta por la que se asigna a cada categoría un código propio que la identifica. En la Tabla 4 se encuentran las categorías y subcategorías apriorísticas con sus respectivos códigos, que surgen de los objetivos específicos de esta investigación y en coherencia con el marco teórico, asimismo, son mostrados los instrumentos y actividades que aportan información relevante para cada una de las categorías y subcategorías de análisis:

Tabla 4.

*Categorías Apriorísticas*

OBJETIVO GENERAL	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	CATEGORÍA	SUBCATEGORÍAS	INSTRUMENTOS Y ACTIVIDADES
Caracterizar las estrategias de enseñanza que orientan la simulación computacional como recurso didáctico para propiciar un aprendizaje significativo del concepto de presión hidrostática.	Favorecer la construcción de significados al implementar la simulación computacional como recurso didáctico.	1.Construcción de significados influenciados por la simulación computacional	1.1. Relaciones entre conceptos.	Observación participante, diario de campo, mapa conceptual, actividad basada en método POE, simulaciones computacionales, entrevista.
			1.2. Transferencia de conocimientos a situaciones nuevas y más complejas.	Observación participante, diario de campo, entrevista semiestructurada, socialización por parte de los estudiantes.
	Analizar las potencialidades de las simulaciones computacionales como recurso didáctico que favorece el aprendizaje	2.Potencialidades de las simulaciones computacionales para el aprendizaje significativo	2.1. Simulación computacional como material potencialmente significativo.	Observación participante, diario de campo, entrevista semiestructurada, laboratorio virtual, actividad basada en método POE.

significativo en los estudiantes.		2.2. Implicaciones en los procesos de enseñanza y aprendizaje.	Observación participante, diario de campo, entrevista semiestructurada, actividad basada en método POE.
Describir las potencialidades de las diferentes estrategias de enseñanza que favorecen el aprendizaje significativo del concepto de presión hidrostática.	3. Potencialidades y limitaciones de las estrategias de enseñanza.	3.1. Potencialidades y limitaciones de las estrategias de enseñanza en el trabajo individual	Observación participante, diario de campo, entrevista semiestructurada, actividad basada en método POE, mapa conceptual.
		3.2. Potencialidades y limitaciones de las estrategias de enseñanza en el trabajo grupal	Observación participante, diario de campo, mapas conceptuales, actividad basada en método POE.
		3.3. Estrategias de enseñanza que favorecen la predisposición para el aprendizaje	Observación participante, entrevista, diarios de campo, socialización, participación.

Luego de organizar la información en la fase de categorización y codificación, se llevó a cabo la triangulación, entre las diferentes fuentes de información, entre las investigadoras y con el marco teórico, de acuerdo con lo que propone Cisterna (2005). Cabe resaltar que cada uno de estos procedimientos lleva a formar un cuerpo coherente de información que le da sentido a los resultados de la investigación, pero es la triangulación con el marco teórico en la que se retoma una discusión bibliográfica para producir una nueva discusión

...pero ahora con los resultados concretos del trabajo de campo desde una interrogación reflexiva entre lo que la literatura nos indica sobre los diversos tópicos, que en el diseño metodológico hemos materializado como categorías y sub-categorías, y lo que sobre ello hemos encontrado cuando hemos realizado la indagación en terreno... y la realización de esta última triangulación

es la que confiere a la investigación su carácter de cuerpo integrado y su sentido como totalidad significativa. (Cisterna, 2005, p. 69-70)

## CAPÍTULO 5

### ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Para llevar a cabo el análisis de los datos recolectados durante el desarrollo de la investigación se tuvieron en cuenta las categorías y subcategorías mencionadas en la Tabla 4. El análisis de cada categoría se realizó a partir de diversos instrumentos y actividades implementados en la propuesta, teniendo en cuenta las diferentes respuestas, socializaciones y entrevistas de seis de los nueve estudiantes que fueron seleccionados para el estudio de caso, considerando que tres de ellos no participaron en todas las actividades, por lo cual no fue posible recolectar la información necesaria para el análisis respectivo; de estos seis estudiantes, dos son mujeres y cuatro son hombres.

A los estudiantes seleccionados para el análisis se les asignó un código de acuerdo con su nivel de predisposición, así: a los estudiantes con mayor predisposición les corresponde la letra A, los que presentan predisposición intermedia la letra B y aquellos que tienen predisposición mínima la letra C. De igual forma, se asignaron los códigos I1, I2 e I3 para cada una de las investigadoras.

Para dar inicio a la propuesta pedagógico-didáctica se realizó una actividad diagnóstica con el objetivo de identificar los conocimientos previos de los estudiantes acerca del concepto de



presión hidrostática y de las variables que intervienen en él. Algunos de los resultados obtenidos al desarrollar esta actividad fueron los siguientes:

- Los estudiantes consideran que un cuerpo se hunde o flota debido a su masa sin existir relación alguna con el concepto de densidad.
- Para los estudiantes, la velocidad de caída del agua por un orificio a determinada profundidad no depende del lugar donde esté ubicado el orificio sino del volumen del recipiente.
- Algunos estudiantes no tienen claridad en la diferencia entre masa y volumen, y consideran que éste último influye en la presión hidrostática.
- A la pregunta: cuando una persona está bajo el agua puede sentir la presión de ésta contra sus tímpanos. A mayor profundidad, mayor presión, ¿qué ocasiona esta presión?; sólo un estudiante menciona que: *“la cantidad de agua sobre él y que lo rodea, siendo presionada contra la tierra por la gravedad entre más abajo es más comprimida, porque se le suma la presión de lo de arriba”* (A2). En lo anterior se evidencia que el estudiante relaciona la profundidad con la presión hidrostática.

En el análisis de la categoría 1, la cual se refiere a la construcción de significados influenciados por la simulación computacional, se tuvieron en cuenta instrumentos como la observación participante, el diario de campo, los mapas conceptuales, las actividades basadas en el método POE, la entrevista semiestructurada y la socialización de las diferentes aplicaciones del concepto en la vida cotidiana. Esta categoría se dividió en dos subcategorías: relaciones entre conceptos (1.1) y transferencia de conocimientos a situaciones nuevas y más complejas (1.2).

En la subcategoría 1.1 se encontró inicialmente que algunos estudiantes establecen relaciones entre conceptos de forma confusa, lo que se vio reflejado en la elaboración del mapa conceptual inicial, el cual es concebido por los estudiantes como una lista de conceptos que tienen relación con una temática, pero éstos son presentados de forma aislada debido a la ausencia de conectores o a que éstos están cargados de texto que le dan al mapa conceptual la estructura de párrafo. A pesar de que los conceptos presentados están acordes con la temática, existe dificultad para diferenciar entre las características y los tipos de fluidos (ver anexo 11). En el mapa conceptual final, realizado luego de la implementación de la propuesta, se puede evidenciar que algunos estudiantes establecen una mejor relación entre los conceptos y tienen claridad en los factores que intervienen en la presión hidrostática, aunque se sigue presentando la ausencia de conectores, lo que no permite comprender la forma en que los estudiantes relacionan dichos conceptos (ver anexo 12).

A partir del uso de simulaciones computacionales, orientadas con el método POE, se identificó que los estudiantes modificaron sus ideas previas en cuanto a las variables que influyen en el concepto de presión hidrostática; es decir, algunos estudiantes adquirieron nuevos aprendizajes y otros enriquecieron el conocimiento que ya tenían sobre este concepto, lo que permitió que establecieran mejores relaciones entre lo que ya sabían y la nueva información. Lo anterior se refleja en algunas respuestas de los estudiantes en la actividad realizada con la simulación de Phet (ver anexo 4), las cuales se encuentran en la Tabla 5:

Tabla 5.

*Respuestas de los estudiantes en el segundo cuestionario del método POE (ver anexo 5)*

ESTUDIANTE	PREGUNTA INICIAL	PREDICCIÓN	OBSERVACIÓN Y	EXPLICACIÓN
------------	------------------	------------	---------------	-------------

		PREGUNTA CORRESPONDIENTE	DE LA OBSERVACIÓN
A2	¿Consideras que la presión hidrostática depende del volumen del recipiente? ¿Por qué?	“Sí, porque entre más grande sea un recipiente más liquido o fluido contiene y entre más pequeño menos fluido contendría y sería menos la presión”	Observación del sistema de recipientes comunicados para comparar cómo varía la presión en cada punto del fluido (ver anexo 4) Pregunta; ¿Cómo afecta el volumen de cada recipiente al valor de la presión?
B2	¿Qué crees que sucedería con la presión en el interior de un fluido si no hay atmósfera en la Tierra?	“No habría ningún cambio en ésta, ya que una de las cosas que más influye es la gravedad no la presión”	Exploración de la simulación de Phet (ver anexo 4) haciendo uso de las herramientas disponibles. Pregunta: ¿Cómo influye la presión atmosférica en la presión al interior de un fluido?
C2		“La presión sería más liviana ya que el aire es pesado y sin él sobre nosotros sería menos el peso”	“Cuando está la atmósfera apagada no hay casi presión en éste y cuando se prende aumenta más” “La presión atmosférica influye mucho ya que si no tienes presión atmosférica, la presión en el interior de un fluido será poca y se disminuirá, en cambio si tienes presión atmosférica será alta”

Teniendo en cuenta las respuestas de la Tabla 5, se puede afirmar que los estudiantes argumentan mejor sus ideas posteriores a la exploración con las simulaciones, puesto que estas respuestas difieren sustancialmente de las respuestas iniciales, de tal manera que resultan más

enriquecidas y se evidencia una mejor relación entre los conceptos, lo que puede interpretarse como una mayor apropiación de dichos conceptos. Por esto, las preguntas formuladas con el método POE permiten la comparación entre las ideas que se tienen en torno a una situación y cómo estas ideas se reelaboran por medio de la interacción con las simulaciones computacionales.

Cabe resaltar que en la entrevista realizada a los estudiantes, la mayoría coincide en que los mapas conceptuales les permite establecer relaciones entre los conceptos abordados en las simulaciones computacionales, como se puede observar en la siguiente respuesta de uno de ellos:

I2: ¿En qué medida consideras que los mapas conceptuales permiten relacionar los conceptos trabajados?

Estudiante A2: *“Interesante porque toda la vida siempre nos han puesto a escribir los ejercicios, ahora con los conectores fueron muchas más cosas que nos parecen importantes, con el mapa se centraba en las partes importantes y uno teniendo ahí la hoja mientras que lo escribía es más fácil recordarlo mentalmente lo que uno tenía ahí, que recordar todo un texto todo lo que decía”*.

Sin embargo, una de las estudiantes manifestó que le era difícil establecer relaciones entre conceptos al realizar el mapa conceptual, como lo expresa en la siguiente respuesta:

I1: pero mira que tu elegías las palabras, es decir, tú eras la que decidía cómo relacionarlas

Estudiante B2: *“Por eso, ese era el problema, que yo no sabía cómo relacionar eso y me enredaba”*.

Aun así, esto no fue un impedimento para realizar las actividades propuestas y tener una comprensión del concepto.

En la subcategoría 1.2 se evidenció que en la socialización los estudiantes se encargaron de relacionar el concepto de presión hidrostática con alguna situación, pero no de explicar la situación a partir del concepto; es decir, no aplican éste para solucionar un problema en específico o una necesidad, limitándose solamente a mencionar una aplicación a la vida cotidiana sin entender por qué la presión hidrostática interviene en esta situación. Se resalta la exposición del estudiante A2, quien hace uso de una animación para explicarle a sus compañeros cómo se aplica el principio de Pascal para nivelar el agua de los dos océanos a través de tres esclusas en un lago artificial del canal de Panamá: *“Se aplica la presión hidrostática porque el barco inicia desde una altura menor hasta dónde quiere llegar, la gravedad cuando se abren las compuertas hacen que los dos se nivelen y ahí sí pasa, hace lo mismo con las compuertas y cuando baja es lo contrario, baja y así... entonces ahí se ve aplicado el principio de Pascal, como nos enseñaron. Esta es una aplicación más profunda de esta gráfica que nos enseñaron del principio (dibuja prensa hidráulica), que la fuerza que se aplica acá (señala área mayor), va a ser en este punto que es más estrecho, la que se va a cumplir acá (señala área menor) va a ser mayor que la que se aplicó acá (señala área mayor); eso lo vimos en el caso de las jeringas ¿se acuerdan?, entonces eso sería con lo del buque, sino que en este caso la presión es ejercida o la fuerza es ejercida por la gravedad en el lago y hace que baje hasta la otra esclusa, ahí cuando se llena*

*pues el buque pasa*”. Aunque se percibió una apropiación del tema y una clara descripción de lo que sucede en el canal de Panamá, no hay una explicación del por qué el concepto interviene en esta situación. Del mismo modo se evidencia que existe una confusión entre los conceptos de presión y fuerza, ya que en el momento de realizar la explicación el estudiante se refiere ellos de forma indiscriminada.

En las explicaciones dadas por los demás estudiantes, se pudo observar que existe una confusión entre los conceptos de presión hidrostática, presión atmosférica y presión definida como la relación entre fuerza y área, ya que muchos de los ejemplos mencionados se referían a dichos conceptos sin hacer distinción entre ellos (ver anexo 14). Las socializaciones permitieron observar que los estudiantes presentan dificultades para explicar con sus propias palabras las situaciones que presentan como aplicaciones del concepto.

A lo largo del desarrollo de la propuesta algunos estudiantes hacen uso de comparaciones de situaciones de la vida cotidiana para explicar conceptos trabajados en las actividades; en particular el estudiante A1, quien en una sesión de clase en la que se realizó un experimento con diferentes fluidos para comparar sus densidades (de acuerdo con el diario de campo de la investigadora I2), llegó a la conclusión de que el fluido más denso era la miel, luego el agua y luego el aceite, justificando lo anterior desde la experiencia de cocinar al afirmar que cuando echaba aceite al agua, el aceite se ubica sobre la superficie. Sobre la viscosidad, él preguntaba que si dependía de la temperatura y puso como ejemplo lo que sucede con la gelatina al sacarla de la nevera. Además, en la fase de la explicación de la simulación final orientada con el método

POE, a la pregunta sobre cómo influye la densidad en la presión hidrostática, respondió lo siguiente:

*“...que depende mucho del líquido, de la densidad del líquido la presión, porque si es un líquido más viscoso, es mayor la presión que se siente y si... por ejemplo una piscina llena de agua y otra llena de miel, y usted se sumerge dos metros en la del agua va a tener tanta presión pero en la de miel va a tener mayor presión que en el agua, porque es un líquido con mayor densidad”.*

En esta respuesta dada por el estudiante se observa que hay una buena comparación entre la presión ejercida por los fluidos con diferentes densidades; sin embargo, presenta una confusión entre este último concepto y la viscosidad.

En la entrevista realizada a los estudiantes, se ve la importancia que le atribuyen a las simulaciones computacionales para la transferencia de conocimientos a la vida cotidiana en las siguientes expresiones:

I2: ¿Cómo te pareció la propuesta implementada?

Estudiante A1: *“A mí me pareció que estuvo muy bacano porque uno aprende de cosas cotidianas que uno vive todo el día y todos los días y uno no sabe lo que pasa, entonces uno como... uno como que emplea el conocimiento que uno tiene sobre las cosas...”*

I2: ¿Crees que como pasa en la simulación es exactamente como pasa en la vida real?

Estudiante A1: *“...sí... porque si uno compara muchas cosas que pasan y de pronto con los implementos también que hicimos, entonces eso da a creer o a conocer que sí pasan así”.*

A partir de lo anterior, se puede concluir que a través de la implementación de las simulaciones computacionales, acompañadas de las diferentes actividades, se favoreció la construcción de significados por parte de los estudiantes al establecer relaciones entre lo que ya sabían y la nueva información, lo que permitió la adquisición de un aprendizaje acerca de las diferentes variables que influyen en el concepto de presión hidrostática, llegando así a la elaboración de una noción de este concepto y al reconocimiento de situaciones relacionadas con éste en la vida cotidiana.

En el análisis de la categoría 2, la cual se refiere a las potencialidades de las simulaciones computacionales para el aprendizaje significativo, se tuvieron en cuenta instrumentos como la observación participante, el diario de campo, las actividades basadas en el método POE y la entrevista semiestructurada. Esta categoría se dividió en dos subcategorías: simulación computacional como material potencialmente significativo (2.1) e implicaciones en los procesos de enseñanza y aprendizaje (2.2).

Para la subcategoría 2.1 se considera que las simulaciones computacionales seleccionadas para el desarrollo de la propuesta cumplen con los criterios propuestos por Ausubel en torno a los materiales potencialmente significativos, es decir, que estos materiales tengan significado lógico y psicológico. En relación con el significado lógico se garantiza que las simulaciones guardan una estructura lógica con el conocimiento científico relacionado con la temática, son de fácil uso y comprensibles para los estudiantes, además, están acordes con lo que se pretende enseñar mediante esta propuesta. En cuanto al significado psicológico, se encontró que a través de estas



herramientas los estudiantes internalizaron la nueva información a partir de la relación con sus conocimientos previos, como se evidencia en el diario de campo de una de las investigadoras (I3), quien plantea que luego de la resolución de las preguntas del laboratorio virtual se hizo una socialización de manera general donde se les pidió que dieran sus conclusiones acerca de la actividad, algunos plantearon que la presión que se ejercía sobre los objetos deformaba aquellos que son comprimibles y por el contrario parecía no generar ningún efecto de este tipo sobre los objetos rígidos. También se planteó que al principio consideraban que la presión iba ser mayor sobre el objeto comprimible pero que al interactuar con la simulación observaron que es igual para los dos, siempre y cuando estén sumergidos a la misma profundidad y en el mismo líquido, además, que la presión es mayor si la densidad es más grande.

De igual forma, esta internalización también se observa en las respuestas de los estudiantes a los cuestionarios orientados con el método POE en una de las actividades realizadas de forma grupal (ver anexo 3), donde una de las estudiantes que hace parte del grupo participante en la investigación pertenece al equipo de trabajo que plantea lo siguiente:

Situación: Comparen la descripción que cada uno(a) realizó sobre lo que sucedería al introducir los objetos en los diferentes líquidos y a diferentes profundidades, escriban una conclusión grupal teniendo en cuenta las semejanzas de las predicciones realizadas individualmente.

Respuesta: *“Los objetos rígidos son más pesados y por eso tenían mayor posibilidad a sumergirse, en cambio los comprimidos, son de menos masa y menos peso y quedarán flotando independientemente en donde se introduzcan”* (C1).

Situación: Comparen las predicciones con lo que observaron al interactuar con la aplicación (ver anexo 2). Expliquen las diferencias y semejanzas que encontraron y justifiquen ¿por qué ocurre el fenómeno observado?

Respuesta: *“Porque el peso o la masa no altera nada, todo depende de qué este compuesto el líquido en donde éste se sumerja y bajo que profundidad se encuentre sumergido”* (C1).

En el cuestionario final (ver anexo 5) también se encontraron argumentos de los estudiantes que dan cuenta de la simulación computacional como material potencialmente significativo, ya que les permitió relacionar sus ideas previas sobre las variables que intervienen en la presión hidrostática, con lo que identificaron al interactuar con la simulación, como se muestra en la Tabla 6.

Tabla 6.

*Respuestas de los estudiantes en el segundo cuestionario del método POE (ver anexo 5)*

ESTUDIANTE	PREGUNTA INICIAL	PREDICCIÓN	OBSERVACIÓN Y PREGUNTA CORRESPONDIENTE	EXPLICACIÓN
A1	¿Qué crees que sucedería con la presión en el interior de un fluido si no hay atmósfera en la Tierra?	<i>“Creo que su presión cambiaría totalmente pero aun así tendría presión muy poca pero tendría”.</i>	Exploración de la simulación de Phet (ver anexo 4) haciendo uso de las herramientas disponibles. Pregunta: ¿Cómo influye la presión atmosférica en la presión al interior de un fluido?	<i>“En la presión dentro de un fluido ¿qué papel tiene la presión atmosférica?... que... si... pues yo decía que el aire, pues, que no afectaba la presión del agua, que como era un fluido diferente no tenía nada que ver, pero</i>

---

				<i>cuando quitamos el aire, cuando yo quité el aire, si cambió la presión del agua, porque al haber más presión entonces, pues, al quitar el aire disminuye la presión del agua, es como si quitara un peso de encima”</i>
B1	¿Cómo influye la variación de la densidad de un fluido en la presión hidrostática?	<i>“...depende mucho del volumen del fluido porque de eso dependería si aumenta o disminuye”</i>	Observación de la variación de la presión en diferentes fluidos, utilizando las herramientas que proporciona la simulación (ver anexo 4)	<i>“...la presión varía aumentando las densidades cuando está dentro del fluido”.</i>
			Pregunta: ¿Cómo varía la presión en fluidos con diferentes densidades, incluyendo el aire?	

---

En las respuestas dadas en la Tabla 6 se observa que los estudiantes identificaron que la densidad y la presión atmosférica son variables que intervienen en la presión hidrostática, pero presentan dificultades para expresar de forma verbal o escrita la relación entre las variables con dicha presión. Sin embargo, se observó que los estudiantes establecieron esta relación, porque las respuestas que dieron inicialmente difieren en gran medida de sus explicaciones posteriores a la interacción con la simulación.

Por otra parte, en la entrevista semiestructurada se pudo ver lo que los estudiantes opinan sobre el uso de las simulaciones computacionales en la enseñanza del concepto y de la física como tal, coincidiendo en que esta herramienta permite una mejor visualización y por ende una

mejor comprensión de los fenómenos asociados a este concepto, como se observa en las respuestas dadas por los estudiantes a las siguientes preguntas:

I2: ¿Las simulaciones te ayudaron a comprender el concepto de presión hidrostática?

Estudiante A1: *“Sí, ahí fue cuando más entendí el tema porque está bien que en el papel y el tablero uno entiende, pero ya cuando uno ve como los dibujitos y ve las gráficas, ve todo lo que pasa, se... ya no tiene uno que imaginárselo sino que uno ya ve las cosas que pasan, entonces queda fácil”*

I3: ¿Crees que las simulaciones son un buen recurso para aprender física?

Estudiante C1: *“Sí... por las animaciones que tiene, es que en el tablero es muy distinto a un computador, porque en el tablero son puras fórmulas y todo eso, en cambio en un computador se ve por medio de gráficas entonces uno se anima”*.

En la subcategoría 2.2 se resalta las respuestas de los estudiantes en cuanto a cómo influyó la simulación computacional en su proceso de aprendizaje, las cuales se encuentran en la Tabla 7.

Tabla 7.

*Respuestas de los estudiantes en la entrevista semiestructurada (ver anexo 10)*

PREGUNTA	RESPUESTAS DE LOS ESTUDIANTES
¿Crees que ha sido importante el trabajo con simulaciones computacionales para tu proceso de aprendizaje?	Estudiante A2: <i>“Claro, uno ahí tenía muchas maneras de hacer los cambios rápidos y uno veía la respuesta rápido, entonces a uno se le queda más fácil la respuesta, si uno ve el proceso también hace que uno entienda fácil. Sí fueron muy aportantes las simulaciones”</i> . Estudiante B1: <i>“...yo creo que sí y mucho, porque gracias a eso pudimos entender algunas dudas que teníamos, porque al ser todo oral uno se confunde un poco</i>

---

*más, pero al tener ahí los medios para poder hacer las... digamos así, los ejemplos y los ejercicios, podríamos tener un poco más entendimiento sobre el caso”.*

Estudiante C1: *“Pues sí me parecieron muy chéveres, uno así como que aprende más porque uno se anima porque es en computador y uno investiga, o sea, enriquece más el conocimiento de uno”.*

---

<p>¿Las simulaciones te ayudaron a comprender el fenómeno? ¿Por qué?</p>	<p>Estudiante B2: <i>“Sí... con los computadores le ayudaba más al conocimiento como para que quedara más clara la idea”.</i></p> <p>Estudiante C1: <i>“Sí claro.... o sea, es que uno con la física se ve muchos conceptos, lo que soy yo me enredo mucho, yo confundo mucho las... como las determinaciones de un concepto del otro, entonces yo me enredé mucho por eso, pero ya después ya...”</i></p>
--	--

---

<p>¿Consideras que las simulaciones son un buen recurso para aprender física?</p>	<p>Estudiante A2: <i>“Sí, siempre se ha dicho que la monotonía aburre, entonces al ustedes habernos cambiado eso de hacer las cosas en papel y mostrárnoslas con las simulaciones ya uno recuerda más de lo que hubiera hecho en papel”.</i></p> <p>Estudiante B2: <i>“Sí, mucho mejor porque cuando hablan mucho los profesores se vuelve muy teórica la materia y eso hace que nos aburramos, en cambio con computadores como que es más alegre”.</i></p>
---	---

---

Los apartados de la entrevista presentados en la Tabla 7 permiten observar que el empleo de las simulaciones computacionales tiene influencia en los procesos de enseñanza y aprendizaje al posibilitar una representación dinámica de los fenómenos y ofrecer herramientas que favorecen la comprensión del concepto por parte de los estudiantes.

En relación con la categoría 2 se puede decir que las simulaciones computacionales son herramientas útiles para los estudiantes, que permiten dar cuenta de muchos aspectos de sus procesos de aprendizaje que serían más difíciles de detectar en la enseñanza tradicional, esto quiere decir, que el uso de este recurso posibilita, a diferencia de los libros de texto y del tablero, una mejor visualización e interacción del fenómeno, lo cual conlleva a una apropiación del concepto que no se limita solamente a la aplicación de fórmulas.

En el análisis de la categoría 3, la cual se refiere a las potencialidades y limitaciones de las estrategias de enseñanza, se tuvieron en cuenta instrumentos como la observación participante, el diario de campo, las actividades basadas en el método POE, los mapas conceptuales y la entrevista semiestructurada. Esta categoría se dividió en tres subcategorías: potencialidades y limitaciones de las estrategias de enseñanza en el trabajo individual (3.1), potencialidades y limitaciones de las estrategias de enseñanza en el trabajo grupal (3.2) y estrategias de enseñanza que favorecen la predisposición para el aprendizaje (3.3).

En relación con la subcategoría 3.1 se considera que el trabajo individual permite indagar por la comprensión que tiene el estudiante del concepto sin verse influenciado por los puntos de vista de los demás compañeros. Para esta investigación en particular se tuvo en cuenta la elaboración de mapas conceptuales en donde se observó cierta dificultad en su construcción debido a que los estudiantes dudaban de las relaciones que establecían entre los conceptos, lo cual se evidenciaba en el hecho de no ser capaz de realizar un trabajo individual sino que constantemente compartían ideas con sus compañeros buscando una aprobación de lo que estaban realizando. Una muestra de lo anterior se refleja en las siguientes expresiones, tomadas de la entrevista semiestructurada:

I2: Y en el trabajo individual ¿cómo te sentiste?

Estudiante A1: *“Es más complicado porque si uno pregunta, ¡hey no! eso es individual, entonces uno queda con la pregunta y uno lo desarrolla por desarrollarlo, pero no sabe si está bien o mal”*.

I2: ¿Por qué individual no?

Estudiante C2: *“Pues porque de pronto de una u otra manera, uno no era capaz de entender alguna cosa”.*

También hubo estudiantes que encuentran de mayor agrado trabajar de forma individual, porque consideran que sus compañeros pueden convertirse en un obstáculo en su proceso de aprendizaje, como lo mencionan los siguientes estudiantes durante la entrevista:

I2: *¿Consideras que es mejor trabajar en grupo o de manera individual?*

Estudiante A2: *“... depende, si uno ya lo conoce todo bien y hay compañeros que nunca prestaron atención uno se inclina mejor por trabajar solo que arrastrarlos”.*

I1: *...pero yo vi que estabas trabajando en equipo, con tus compañeras...*

Estudiante B2: *“Pues pero con las muchachas, pues me gusta más hacerlo sola, porque entiendo más fácil”.*

I1: *Es decir que ¿tus compañeras no te aportaron durante este tiempo a tu aprendizaje?*

Estudiante B2: *“no, por eso le digo yo soy muy individualista, prefiero hacer las cosas sola”.*

I1: *¿Piensas que el trabajo individual es mejor que en equipo?*

Estudiante B2: *“Sí”.*

De igual manera, el método POE también permitió valorar el trabajo individual, porque fue posible hacer una comparación entre las respuestas de los estudiantes en esta forma de trabajo y sus respuestas de forma grupal, donde se evidencia que las respuestas dadas individualmente son superficiales y tienen poca coherencia (ver anexo 13).

Con respecto a la categoría 3.2 se puede mencionar que la mayoría de los estudiantes están de acuerdo con que el trabajo grupal permite el intercambio de ideas que conllevan a la construcción de significados con mayor coherencia, empleando más conceptos que permiten una mejor explicación y comprensión de los fenómenos. También se encontró que uno de los estudiantes considera que un grupo de trabajo no debe exceder de tres integrantes, porque esto puede acarrear dificultades para llegar a consensos ya que existirían más puntos de vista, y esta cantidad de estudiantes puede llevar a que el trabajo sea realizado por unos cuantos, evidenciando esto en los diarios de campo de las investigadoras, donde se describe lo siguiente:

“Se observó la dependencia de algunos estudiantes a otros, lo que a veces dificulta que en realidad haya un aprendizaje colaborativo, ya que hay estudiantes que se atienen a lo que los demás hacen y no dicen su punto de vista sobre la temática que se está trabajando” (I1).

“...observamos que en algunos grupos realmente discutían sobre las posibles respuestas, mientras que en otros estaban un poco dispersos y trabajaban intermitentemente, o solo trabajaban uno o dos estudiantes” (I2).

“...fue posible observar que algunos estudiantes descargaron la responsabilidad sobre uno o dos del equipo o que en vez de responder las preguntas prefirieron molestar y estar haciendo preguntas a sus otros compañeros” (I3).



En las respuestas dadas por los estudiantes en la entrevista se perciben sus apreciaciones correspondientes a esta subcategoría, lo cual se presenta en la Tabla 8.

Tabla 8.

*Respuestas de los estudiantes en la entrevista semiestructurada (ver anexo 10)*

PREGUNTA	ESTUDIANTE	RESPUESTA
¿En qué medida el trabajo con tus compañeros te aportó a tu proceso de aprendizaje?	A1	<i>“...el trabajo en grupo es muy bueno porque por ejemplo, yo no sé algo entonces yo le pregunto a mi compañero y él me resuelve la duda, y si él no sabe algo y yo sé entonces yo le resuelvo la duda a él, entonces aprende uno más y aprende uno más ligero”.</i>
	A2	<i>“Sí, aportó bastante, yo antes consideraba que trabajaba mejor solo pero en el campo del aprendizaje es muy bueno trabajar en grupo porque uno tenía preguntas y me daba pena preguntarles, en cambio mi compañero que alza la mano, de una ustedes explican para todo el grupo, entonces muy bueno trabajar en grupo porque las dudas que uno tal vez tenga o que no esté seguro, mediante otro compañero uno las puede resolver”.</i>
	B1	<i>“Pues nosotros... pues yo pienso que... haber trabajado en grupo fue bueno, porque bueno, uno se entiende con el otro... pero me gustó mucho porque, o sea, si uno no sabe una cosa el otro le ayuda, o si no le preguntamos al profesor”.</i>
	B2	<i>“Tal vez no...porque no me gusta y si una trabaja, la otra no trabaja y usted es la que siempre le toca... es que de por sí hay una que trabaja y las otras no”.</i>
	C1	<i>“Yo creo que eso también depende de con quien uno se haga... porque hay gente digamos que no tiene ganas pues de aprender y todo eso y hay gente que no aporta, entonces uno mismo se le baja la moral y todo, pero a mí me tocó un grupo chévere... entonces sí aprendimos, porque digamos si yo no sabía algo la otra persona me lo decía y si la otra persona no sabía nada, pues si me entiende, compartíamos información”.</i>
	C2	<i>“Bien, si bien, porque todos aportábamos, pues es bueno el trabajo así en grupo porque, por ejemplo, si uno no entiende una cosa, el otro le puede aportar a uno y así todos aportan y pueden llegar a una buena conclusión... uno con los demás compañeros uno podía interactuar y aprender más”.</i>
¿De cuántos estudiantes crees que sería adecuado un grupo de trabajo?	B1	<i>“... cuando nos hacemos muchos ahí si pues no aguanta... pues yo creo que no sería, digamos, eso es dependiendo, depende del trabajo, si es un trabajo que no conlleve mucho</i>

---

*esfuerzo, digamos, esfuerzo, como si fuera la dificultad, entonces sería por ahí de a dos, pues de una pareja, pero si es un trabajo o un taller, el cual necesita pruebas o investigación, ahí yo sí creo que sería máximo tres”.*

---

En las respuestas presentadas en la Tabla 8 se puede observar que los estudiantes en su gran mayoría consideran que el trabajo en grupo es una buena alternativa para su aprendizaje, porque con ayuda de sus compañeros resuelven inquietudes y encuentran un apoyo para mejorar la comunicación con los demás estudiantes y con el docente, lo cual es fundamental para propiciar la construcción social de significados.

Con respecto a la categoría 3.3, se obtuvo como resultado que las estrategias implementadas durante el desarrollo de la propuesta fueron bien aceptadas por la mayoría de los estudiantes y favorecieron el uso de simulaciones computacionales, resaltando que es algo diferente a las estrategias empleadas en la enseñanza tradicional. Además, se plantea que es necesario que existan estrategias que guíen las actividades a realizar por los estudiantes dentro de un aula de clase, ya que de esta forma se promueve en ellos la reflexión y los lleva a la comprensión de los fenómenos estudiados. Lo anterior se apoya en lo dicho por los estudiantes al finalizar la implementación de la propuesta en sus respuestas dadas en la entrevista semiestructurada:

I2: ¿La forma en que se orientaron las simulaciones computacionales contribuyó a tu aprendizaje? ¿Por qué?

Estudiante A2: *“Si fue muy aportante porque esas preguntas también nos ayudaban a concentrarnos, y no pasar por jugar demasiado con eso, ser más centrados”.*

I2: ¿Crees que sería pertinente que se implementaran las simulaciones sin ninguna orientación?

Estudiante A2: *“No, porque uno no estaría centrado, sino solamente sería mover las cosas y ya”.*

I2: *¿Cómo te pareció la propuesta implementada?*

Estudiante B1: *“Pues, a mí me pareció muy interesante porque es que tuvimos muchas maneras de ver diferente la física como tal, porque en algunos casos todo era oral cuando estaba pues el profesor, pero gracias a que ustedes pues nos ayudaron a hacer más experimentos y cosas así por el estilo, las cosas nos dieron a comprender mejor como vemos las cosas en esta materia, pues nos sirvieron de mucha ayuda para poder entender y comprender un poco más el asunto... me pareció muy chévere porque es una manera diferente y yo digo que creativa de hacer las cosas, porque bueno hicimos lo que... o sea, no todo fue solo oral y no todo fue solo en simulador”.*

I3: *Con respecto a los mapas conceptuales, ¿crees que sirven o que son una buena herramienta para aprender física?*

Estudiante C1: *“Sí, son buena herramienta... si, es bacano tener física por medio de varias actividades no solamente quedarse en el tablero y fórmulas, tablero y fórmulas, porque uno se aburre, es chévere por medio de varias actividades, a mí me gustó...”*

I3: *¿Cómo te parece la forma en que se orientaron las simulaciones? ¿Crees que eso puede ayudarte para tu proceso de aprendizaje y por qué?*

Estudiante C1: *“Pues sí, eso es como medirse uno mismo el conocimiento antes de ver lo que uno va a hacer, saber si uno verdaderamente está aprendiendo algo y ya uno va a... Si se equivocó o no y ya uno aprende más para el futuro o para tareas”*.

En las respuestas anteriores de los estudiantes se observa que las estrategias implementadas para orientar las simulaciones computacionales fueron valoradas positivamente, dado que ellos consideran que una simulación por sí sola, sin ninguna orientación, no es significativa para su aprendizaje. Además, fueron estrategias poco convencionales, que les permitieron reflexionar sobre su proceso de aprendizaje y sobre la relación que tienen los conocimientos adquiridos con situaciones de la vida cotidiana.

Teniendo en cuenta los resultados descritos anteriormente para esta categoría, se puede decir que las estrategias implementadas para el desarrollo de la propuesta favorecieron tanto el trabajo en grupo como el trabajo individual, teniendo presente que este último permitió distribuir mejor los tiempos de las actividades y desarrollarlas en su totalidad. Por su parte el trabajo en grupo propició el aprendizaje colaborativo en la medida que los estudiantes compartían y debatían en torno a sus puntos de vista sobre las actividades llevadas a cabo.

Por otro lado, los mapas conceptuales y el método POE se constituyeron en un apoyo que de la mano de las simulaciones computacionales favorecieron la construcción de significados a partir de la interacción entre los conocimientos previos de los estudiantes presentes en su estructura cognitiva y la nueva información relacionada con el concepto de presión hidrostática, de tal manera que adquirieran un aprendizaje significativo de este concepto.

A partir de los resultados descritos en cada una de las categorías y subcategorías de análisis, se considera que la propuesta pedagógico-didáctica favoreció el proceso de aprendizaje en los estudiantes gracias a la implementación de las simulaciones computacionales orientadas por diferentes estrategias de enseñanza, por medio de las cuales fue posible establecer las ventajas y desventajas de éstas para llevar a cabo dicho proceso. Estos resultados permitieron dar respuesta al planteamiento inicial de esta investigación, al identificar aquellas estrategias de enseñanza que orientan mejor las simulaciones computacionales en pro del aprendizaje significativo del concepto de presión hidrostática.

## CAPÍTULO 6

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Después de la implementación de la propuesta para la enseñanza y aprendizaje del concepto de presión hidrostática y del análisis de resultados, se presentan las principales conclusiones en relación con las preguntas y objetivos de la investigación, enfocados al favorecimiento de la construcción de significados por medio de la implementación de la simulación computacional como recurso didáctico, a las potencialidades de dichas simulaciones en el aprendizaje significativo de conceptos físicos por parte de los estudiantes y a establecer las ventajas y desventajas de las diferentes estrategias de enseñanza que se plantearon para llevar a cabo el proceso de aprendizaje con simulaciones computacionales.

En cuanto al favorecimiento de la construcción de significados se plantea que la simulación computacional es un material potencialmente significativo que contribuyó a dicho fin al permitir que los estudiantes relacionaran la nueva información con los conocimientos previos presentes en su estructura cognitiva, de tal manera que los estudiantes lograron explicar los fenómenos con sus propias palabras, donde lo importante no era que el lenguaje fuera especializado, sino que sus argumentos guardaran coherencia con lo observado al interactuar con la simulación. Con este recurso se favoreció además, que los estudiantes visualizaran cómo intervienen los conceptos de densidad, profundidad, gravedad y presión atmosférica en la presión hidrostática; así como el establecimiento de relaciones entre ellos, lo cual suele ser más complejo a través de otros medios como los libros de texto o experimentos físicos.

En relación con las potencialidades de las simulaciones computacionales durante la implementación de la propuesta, se evidenció que éstas influyeron ampliamente en la predisposición para el aprendizaje por parte de los estudiantes; puesto que al interactuar con una representación dinámica de los fenómenos, se presentó una mejor disposición y un mayor interés por el estudio de la temática; lo que se evidenció en una actitud positiva para realizar las actividades propuestas. Además de lo anterior y considerando que las simulaciones computacionales utilizadas fueron un material potencialmente significativo, se reúnen así las condiciones necesarias para favorecer el aprendizaje significativo en los estudiantes. Cabe resaltar que las simulaciones computacionales posibilitaron que las clases no fueran monótonas, permitiendo que los estudiantes tuvieran un mayor acercamiento a las situaciones de la vida cotidiana en las que se aplican los conceptos, y no como se presentan normalmente en los libros de texto, de forma estática y descontextualizada.

Referente a las estrategias didácticas implementadas en la propuesta de enseñanza con el propósito de orientar el trabajo con simulaciones computacionales; es decir, el aprendizaje colaborativo, el método POE y los mapas conceptuales, se resaltan en lo que sigue algunas ventajas y desventajas que se evidenciaron en las actividades de la propuesta.

En primer lugar se observó que el aprendizaje colaborativo propició espacios de discusión donde los estudiantes compartieron sus puntos de vista, llegando a conclusiones más argumentadas y claras en torno a un fenómeno a partir de la interacción con simulaciones computacionales, aunque en algunos casos se evidenció que, a pesar de que hay discusiones previas, la responsabilidad del trabajo recae sobre uno o dos integrantes del grupo.

En segundo lugar, frente al método POE se plantea que es una buena estrategia para orientar las simulaciones computacionales y para favorecer el aprendizaje significativo, dado que permitió a los estudiantes construir significados a partir de la interacción entre sus ideas previas (predicciones) y sus observaciones, propiciándoles la oportunidad de reflexionar sobre el porqué de los fenómenos. Sin embargo, al implementar esta estrategia se observó que para los estudiantes era difícil plasmar sus ideas en el papel, convirtiéndose esto en un obstáculo para interpretar y comprender lo que querían expresar; y por ende, para valorar su proceso de aprendizaje.

Por último, se encontró que los mapas conceptuales permitieron que los estudiantes identificaran los conceptos que son importantes para la comprensión del concepto de presión hidrostática y establecieran relaciones entre ellos, evidenciándose de esta manera los significados atribuidos a dichos conceptos; lo que de acuerdo con la Teoría del Aprendizaje Significativo se constituye en una evidencia de éste. Aun así, una limitación en la implementación de esta estrategia es que los estudiantes tienen la concepción de que los mapas conceptuales son diagramas en los que se emplean definiciones de conceptos que se organizan de acuerdo a un nivel de importancia y hacen uso de conectores, no necesariamente para relacionar los conceptos, sino para darle al mapa conceptual una estructura de oración.



## Recomendaciones

A partir de todo el desarrollo y de los resultados obtenidos en el trabajo de investigación, se presentan algunas recomendaciones a consideración de las investigadoras, en pro del mejoramiento de esta propuesta pedagógico-didáctica, pensando en futuras implementaciones de la misma. Esto se hace con el propósito de contemplar los posibles contextos en los cuales se lleve a cabo y buscando enriquecer la línea de investigación en esta temática. Para la aplicación de algunos de los instrumentos que se diseñaron, como los cuestionarios basados en el método POE, se recomienda el acceso a un computador por estudiante o como máximo en parejas, con el fin de conocer sus desarrollos individuales, de tal forma que luego discutan en grupos para llegar a consensos y todos realicen sus aportes. Estos grupos deben estar conformados por máximo tres estudiantes y el docente debe propiciar un ambiente que favorezca el aprendizaje colaborativo. Se recomienda que los computadores tengan buena velocidad de navegación y soporten aplicaciones java, de tal manera que en el desarrollo de las actividades se aproveche mejor el tiempo.

De otro lado, se debe tener en cuenta, al momento de realizar actividades individuales, que la distribución del aula no se convierta en un obstáculo para el desarrollo de las mismas, sino que la organización del espacio promueva la reflexión autónoma por parte de los estudiantes en pro de su aprendizaje. Además, se considera necesario que previo a la elaboración de los mapas conceptuales se realice una clase donde los estudiantes puedan conocer las características principales de esta herramienta y cómo hacer uso de ella, con el fin de que ésta sea de utilidad en sus procesos de aprendizaje. Por último, se sugiere que futuras investigaciones sobre esta temática se enfoquen en las dificultades que tienen los estudiantes para diferenciar conceptos

como presión y fuerza, densidad y viscosidad, y las variables que intervienen en la comprensión del concepto de presión hidrostática.

## REFERENCIAS

- Aguilar, F. (2011). *Propuesta Didáctica para la Enseñanza y Aprendizaje de los Conceptos de Densidad y Presión Abordados en la Educación Básica Secundaria*. Tesis presentada como requisito para optar el título de: Magister en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Colombia sede Bogotá. Recuperado de: <http://www.bdigital.unal.edu.co/4884/1/favioyecidaguilarrodriguez.2011.pdf>
- Aguilar, Y. (2006). *A propósito de la hidrostática: una reorganización conceptual desde la perspectiva Euleriana*. (Tesis de grado presentada como requisito parcial para optar al título de Magíster en Docencia de las Ciencias Experimentales). Universidad de Antioquia, Colombia.
- Alzate, T. & Sierra, J. (2000). El diario de campo. Instrumento de trabajo educativo. *Gaceta didáctica*. Universidad de Antioquia, pp. 11 – 13.
- Araújo, I. & Veit, E. (2008). Interatividade em Recursos Computacionais Aplicados ao Ensino-Aprendizagem de Física. Trabalho publicado nos Anais da 14ª Jornada Nacional de Educação. Santa Maria: Editora da Unifra. Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil.
- Axt, Rolando. (1988). Professores de Hoje, Alunos de Ontem... (Dificuldades com Alguns Conceitos-Chave Sobre Fluidos). Instituto de Física-UFRGS. Porto Alegre - RS. Caderno Catarinense de Ensino de Física, 5 (1). pp. 160 - 171.
- Bautista, N. (2011). *Proceso de la Investigación Cualitativa: epistemología, metodología y aplicaciones*. Colombia: Editorial Manual Moderno.
- Bates, A. (2013). Pressure Height - Properties of Water with Automated Data Collection. *The Physics Teacher* 51 (1), pp. 20-21. <http://dx.doi.org/10.1119/1.4772031>
- Benetti, A. & Machado, P. (2004). Explorando recursos simples de informática e audiovisuais: Uma experiencia no ensino de Fluidos. *Revista Brasileira de Ensino de Física* 26 (4), pp. 323 – 333.
- Bentolila, S. & Clavijo, P. (2001). La computadora como mediador simbólico de aprendizajes escolares. Análisis y reflexiones desde una lectura vigotskiana del problema. *Fundamentos en humanidades Universidad de San Luis* 2 (1), pp. 109-143.

- Besson, U. (2004). Students' conceptions of fluids. *International Journal of Science Education* 26 (14), pp. 1683 – 1714.
- Bouciguez, M. & Santos, G. *Applets en la enseñanza de la física: un análisis de las características tecnológicas y disciplinares*. Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias. 2010, 7 (1), pp. 56-74
- Brum, R; Souza, R & Lang, F. (2008). Una experiencia de enseñanza de física de fluidos con el uso de nuevas tecnologías en el contexto de una escuela técnica. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 30, (1). P. 1503
- Bullejos, J. & Sampedro, C. (1990). Diferenciación de los Conceptos de Masa, Volumen y Densidad en Alumnos de BUP, Mediante Estrategias de Cambio Conceptual y Metodológico. *Enseñanza de las Ciencias* 8 (1), 31-36.
- Campanario, J. & Otero, J. (2000) Más allá de las ideas previas como dificultades de aprendizaje: las pautas de pensamiento, las concepciones epistemológicas y las estrategias metacognitivas de los alumnos de ciencias. *Revista Enseñanza de las ciencias*, 18, (2), pp. 155-169.
- Cisterna, F. (2005). Categorización y triangulación como procesos de validación del conocimiento en la investigación cualitativa. *Revista Theoria* 14 (1), 61 – 71.
- Concari, S., Kofman, H. & Câmara, C. (2004). Experiencias de laboratorio y simulaciones computacionales para la enseñanza de los fluidos. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física* 21 (1), pp. 127-128.
- Corchero, E. (2011). *Introducción a la Hidrostática*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. Recuperado de:  
<http://www2.famaf.unc.edu.ar/institucional/biblioteca/trabajos/6287/16321.pdf>
- Correa, M. (2011). *La enseñanza de conceptos básicos de la hidrostática en el grado décimo de la educación media, desde una perspectiva epistemológica*. . (Tesis de maestría). Universidad Nacional de Colombia sede Medellín. Recuperado de:  
<http://www.bdigital.unal.edu.co/5880/1/43113118.2012.pdf>
- Costa, P. & Pinto da Silveira, J. (2012). Estudo e aplicação de simulação computacional em problemas simples de mecânica dos fluidos e transferência de calor. *Revista Brasileira de Ensino de Física* 34 (3), pp. 1-8.

- Delgado, T., Alonso, G., Flores, S. & Trejo, L. (2005). Propuesta innovadora de enseñanza-aprendizaje-evaluación sobre el tema presión. *Revista enseñanza de las ciencias*, número extra. VII congreso.
- Echegaray, A; Martínez, M. y Stipcich, S. (2006). ¿Qué escriben los estudiantes de educación secundaria básica sobre la presión? *Experiências em Ensino de Ciências* 1 (3), pp. 9-17.
- Eckert, M. (2006). Hydraulics for Royal Gardens: Water Art as a Challenge for 18th Century Science and 21st Century. *Physics Teaching*. Science & Education. DOI 10.1007/s11191-006-9010-5
- Faulkner, B. & Ytreberg, F. (2011). Understanding Bernoulli's principle through simulations. *American Journal of Physics* 79 (2), pp. 214 – 216.
- Ferracioli, L. (1996) Novas tecnologias: a informática no ensino de Física. En: *Simpósio Nacional de Ensino de Física*, 11, pp. 39-45.
- Ferracioli, L; Gomes, T; Gava, G.; Marques, R; Hombre, M; Rodrigues, R; Morelato, M.; Fehsenfeld, K & Henrique, C. (2012). Ambientes de modelado computacional en el aprendizaje exploratorio de física. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 29 (2), pp. 679-707.
- Fiolhais, C. & Trindade, J. (2003). Física no Computador: O Computador como uma Ferramenta no Ensino e na Aprendizagem das Ciências Físicas. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 25, (3), pp. 259-272.
- Francisco, W. (2007). Uma proposta metodológica para o ensino dos conceitos de pressão e diferença de pressão. *Revista Ensaio Pesquisa em educação em ciencias*, 9 (1), pp. 1-20.
- Frontali, C. (2013). History of physical terms: 'pressure'. *Physics education* 48 (4), pp. 484 – 490.
- García, A. (2009), Aprendiendo hidrostática mediante actividades de investigación orientada: Análisis de una experiencia con alumnos de 15-16 años. *Revista Enseñanza de las Ciencias* 27 (2), pp. 273–286.
- García, E. (2008). Historia, epistemología y enseñanza de las ciencias; caso mecánica de fluidos. *Enseñanza de las Ciencias. Revista de Investigación y Experiencias Didácticas*. VIII Congreso Internacional Sobre Investigación En La Didáctica De Las Ciencias, pp. 1256-1260.

- García, G. (1992). Los Mapas Conceptuales de J. D. Novak como Instrumentos para la Investigación en Didáctica de las Ciencias Experimentales. *Enseñanza de las Ciencias* 10 (2), pp. 148 – 158.
- Gianino, C. (2008). Microcomputer-Based Laboratory for Archimedes' Principle and Density of Liquids. *The Physics Teacher* 46 (1), pp. 52 – 54.
- Gordillo, M. (2003). Metáforas y simulaciones : alternativas para la didáctica y la enseñanza de las ciencias. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 2 (3), pp. 1–21.
- Gunstone, R. & Northfield, J. (1994). Metacognition and learning to teach. *International Journal of Science Education*, 16, pp. 523-537.
- Hernández, R., Fernández-Collado, C. y Baptista, P. (2006). Metodología de la investigación. México: McGraw Hill, pp. 587 – 604.
- Hewitt, P. (2004). Física conceptual 9 ed. México: Pearson Education. pp. 205-221.
- Hosson, C. & Caillarec, B. (2009). Students' ideas about Blaise Pascal experiment at the Puy de Dôme Mountain. *Latinoamerican Journal of Physics Education* 3 (2), pp. 207 – 213.
- Institución Educativa Presbítero Antonio José Bernal Londoño. Recuperado de: [http://www.sisga.com.co:81/suve/antoniojosebernal.sisga.com.co/index.php?option=com\\_content&view=article&id=49&Itemid=59](http://www.sisga.com.co:81/suve/antoniojosebernal.sisga.com.co/index.php?option=com_content&view=article&id=49&Itemid=59)
- Johnson, D., Johnson, R. & Holubec, E. (1999). *El aprendizaje cooperativo en el aula*. Buenos Aires: Editorial PAIDÓS.
- Jonassen, D. (1996). Learning from, learning about, and learning with computing: a rationale for mindtools. Computer in the classroom: *mindtools* for critical thinking. Englewood Cliffs, New Jersey: Merrill Prentice- Hall. pp. 3-22
- Kazachvok, A.; Kryuchkov, D.; Courtney, W. & Moore, J. (2006). An Atmospheric Pressure Ping-Pong “Ballometer”. *The Physics Teacher* 44 (8), pp. 492 – 495. Colorado, Estados Unidos.
- Kearny, M. (2002). *POE tasks supported by multimedia generic guidelines for instructors*. University of technology Sidney. Recuperado de: <http://www.learningdesigns.uow.edu.au/tools/info/t3/poeguidelines.pdf>

- Kofman, H. (2001). Aplicación de software de simulación en enseñanza de Fluidostática. Memorias del encuentro nacional de profesores de física. Córdoba, Argentina.
- Laburú, C. & Moura da Silva, O. (2004). Determinação da pressão interna de lâmpadas fluorescentes (um experimento de baixo custo). *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 21 (2), pp. 134-142.
- Longhini, M. & Nardi, R. (2009). Como age a pressão atmosférica? Algumas situações-problema tendo como base a história da ciência e pesquisas na área. *Caderno brasileiro de ensino de física* 26 (1), pp. 7-23.
- Losada, M., Gileto, C., Cassino, M. & Silva, S. (2012). Propuesta didáctica para las experiencias de laboratorio de física en la carrera de agronomía. IV Congreso Nacional y III Congreso Internacional de Enseñanza de las Ciencias Agropecuarias. Universidad Nacional de La Plata. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Buenos Aires, Argentina.
- Loverude, M.; Heron, P.; & Kautz, C. (2010). Identifying and addressing student difficulties with hydrostatic pressure. *American Journal of Physics* 78 (1), pp. 75 – 85.
- Maturano C., Mazzitelli, C., Núñez, G. & Pereira, R. (2005) Dificultades conceptuales y procedimentales en temas relacionados con la presión y los fluidos en equilibrio. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 4 (2), pp. 1-26
- Mazzoti, A. (2006). Usos e Abusos dos Estudos de Caso. *Cadernos de Pesquisa*, 36 (29), pp. 637 – 651. Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade Estácio de Sá – Rio de Janeiro.
- McCall, R. (2013). Pressure Beneath the Surface of a Fluid: Measuring the Correct Depth. *The Physics Teacher* 51 (5), pp. 288 – 289.
- Medellín Ciudad Inteligente. Recuperado de: [http://mdeinteligente.co/estrategia/?page\\_id=37](http://mdeinteligente.co/estrategia/?page_id=37)
- Mediateca Medellín Digital ¿Quiénes somos?. Recuperado de: <http://www.medellindigital.gov.co/Mediateca/Paginas/2012MediatecaMDQuienesSomos.aspx>
- Ministerio de Educación Nacional (1998). Lineamientos Curriculares Ciencias Naturales y Educación Ambiental. Recuperado de: [http://www.mineducacion.gov.co/1621/articulos-89869\\_archivo\\_pdf5.pdf](http://www.mineducacion.gov.co/1621/articulos-89869_archivo_pdf5.pdf)

Ministerio de Educación Nacional (2006). Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Sociales y Ciencias Naturales. Recuperado de: [http://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-116042\\_archivo\\_pdf3.pdf](http://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-116042_archivo_pdf3.pdf)

Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (2009). Ley 1341 por la cual se definen principios y conceptos sobre la sociedad de la información y la organización de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones –TIC–. Recuperado de: <http://colombiatic.mintic.gov.co/index.php/normatividad-de-informacion-de-tic/category/6-sector-de-tecnologias-de-la-informacion-y-las-comunicaciones?download=21:ley-1341-de-2009>.

Moreira, M. (1999). Investigación en Enseñanza: Aspectos Metodológicos. Programa Internacional de Doctorado en Enseñanza de las Ciencias. Universidad de Burgos, España; Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil. Texto de Apoyo N° 1, 1999. Adaptado del capítulo 2 del libro Pesquisa em ensino: o Vê epistemológico de Gowin, de M.A. Moreira. São Paulo, Editora Pedagógica e Universitária Ltda., 1990. Traducción de M<sup>a</sup> Luz Rodríguez Palmero. Publicado en *Actas del PIDEC*, 5, pp.101-136.

Moreira, M. (2003). Investigación Básica en Educación en Ciencias: Una Visión Personal. Texto adaptado y revisado, en 2003, de Conferencia dictada en el I Congreso Iberoamericano de Educación en Ciencias Experimentales, La Serena, Chile, 06 al 10 de julio de 1998, y en el I Simposio Latinoamericano de la IOSTE, São Paulo, 1999, con el título original "A Pesquisa em Educação em Ciências e a Formação Permanente do Professor de Ciências". Presentado también en el I Congreso Nacional de Educación en Ciencias Naturales, Córdoba, Argentina, 20 y 21 de agosto de 2004. Publicado en la *Revista Chilena de Educación Científica*, 3(1), pp. 10-17.

Moreira, M. (2009). Subsidios Didácticos para el Profesor Investigador en Enseñanza de las Ciencias. Mapas Conceptuales, diagramas V y organizadores previos. Porto Alegre, Brasil.

Moreira, M., Caballero, M. y Rodríguez, M. (1997). Actas del Encuentro Internacional sobre el Aprendizaje Significativo. Burgos, España. pp. 19-44.

Mosquera, A. (2011). *La Física de los fluidos en el sistema circulatorio – propuesta didáctica para comprender los fenómenos físicos de fluidos en el organismo humano*. (Tesis de Maestría). Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. Recuperado de: [http://www.bdigital.unal.edu.co/5003/1/TRABAJO\\_GRADO\\_PROPUESTA\\_DIDACTICA.pdf](http://www.bdigital.unal.edu.co/5003/1/TRABAJO_GRADO_PROPUESTA_DIDACTICA.pdf)



- Novak, J. & Gowin, D. (1988). *Aprendiendo a Aprender*. Martínez Roca: Barcelona. p. 1.
- Pagano, A., Ciancio, P., Gely, C., Orifici, L., Figueiredo, A., Manzur, A. & Irassar, L. (2012). Enseñando el método de los elementos finitos mediante una actividad teórico-práctica integradora. *Asociación Argentina de Mecánica Computacional*, 31, pp. 3935 – 3954.
- Palacios, S. (2006), El cine y la literatura de ciencia ficción como herramientas didácticas en la enseñanza de la física: una experiencia en el aula. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 4 (1), pp. 106-122.
- Palmero, M.; Moreira, M.; Caballero, M. & Greca, I. (2008). *La Teoría del Aprendizaje Significativo en la Perspectiva de la Psicología Cognitiva*. Ediciones Octaedro, S. L. Barcelona, España. pp. 7-45
- Pires, M & Veit, E. (2006.) *Tecnologias de Informação e Comunicação para ampliar e motivar o aprendizado de Física no Ensino Médio*. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 28, (2), pp. 241-248.
- Pontes, A. (2005a). Aplicaciones de las tecnologías de la información y de la comunicación en la educación científica. Primera parte: funciones y recursos. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 2, (1), pp. 2-18.
- Pontes, A. (2005b). Aplicaciones de las tecnologías de la información y de la comunicación en la educación científica. Segunda parte: aspectos metodológicos. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 2, (3). pp. 330-343.
- Proyecto Colegios de Calidad. Recuperado de:  
<http://www.edu.gov.co/index.php/proyectos/colegios>
- Proyecto Computadores para Educar. Recuperado de:  
<http://www.computadoresparaeducar.gov.co/inicio/?q=node/27>
- Psillos, D.; Tselfes, V. & Kariotoglou, P. (2007). An epistemological analysis of the evolution of didactical activities in teaching–learning sequences: the case of fluids. *International Journal of Science Education* 26 (5), pp. 555 – 578.
- Puzzella, A.; Alborch, A.; Lopez, N.; Zabala, A.; Demartini, H. & Cabrera, L. (2006). *Estática de los fluidos: un abordaje multidisciplinario para favorecer el desarrollo de competencias*. I Jornadas Nacionales de Investigación Educativa II Jornadas Regionales - VI Jornadas

Institucionales. Secretaría de Investigación Facultad de Educación Elemental y Especial, Universidad Nacional de Cuyo, Argentina.

Rodríguez, M. (2008). *La Teoría del Aprendizaje Significativo en la Perspectiva de la Psicología Cognitiva*. Barcelona: Ediciones Octaedro, S. L.

Rozo, G. (2008). Trabajo Colaborativo: Una Forma Diferente de Enseñar y de Aprender. Recuperado de: <http://www.medellin.edu.co/sites/Educativo/Directivos/usodetics/BlogApropiacion/Lists/Entradas%20de%20blog/Post.aspx?ID=19>

Ruíz J. & Toloza, J. (2009). *Diseño instruccional basado en competencias para la asignatura mecánica de fluidos y construcción de un objeto de aprendizaje relacionado con las actividades de las temáticas de la hidrostática*. (Tesis de pregrado). Universidad Industrial De Santander, Colombia.

Sandoval, C. (1996). Investigación Cualitativa. Colombia: Instituto Colombiano para el Fomento de la Educación Superior, ICFES, pp. 133- 149

Souza, N.; Bastos, F & Peres, J. (2008). Resolução de problemas de física mediada por tecnologías. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 25, (2), pp. 310-339.

Stake, R. (1998). *Investigación con estudio de casos (2ª ed.)*. Madrid: Ediciones Morata, S.L.

Torres, A. (2009), Creación y utilización de vídeo digital y tics en física y química. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 6, (3), pp. 440-451.

UNESCO (2006). La Integración de las tecnologías de la información y la comunicación en los sistemas educativos. Recuperado de: [unesdoc.unesco.org/images/0015/001507/150785s.pdf](http://unesdoc.unesco.org/images/0015/001507/150785s.pdf)

UNESCO (2008). Estándares de Competencias en TIC para Docentes. Recuperado de: <http://www.eduteka.org/pdfdir/UNESCOEstandaresDocentes.pdf>

Vitale, B. (1995). The representation, the understanding and the mastering of experience: modelling and programming in a transdisciplinary context. Geneva: Centre de Recherches Psycho-Pédagogique, Quebec.

White, R., & Gunstone, R. (1992). *Probing understanding*. London and New York: The Falmer Press.

## ANEXOS

### Anexo 1: Diagnóstico

# Diagnóstico

Elaborado por:

Eliana Isabel Cardona Cortés

Mónica Eliana Cardona Zapata

Tatiana María Serna Agudelo

Licenciatura en Matemáticas y Física

Universidad de Antioquia

Proyecto: Hacia un Aprendizaje Significativo del Concepto de Presión Hidrostática

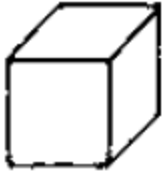
Institución Educativa Presbítero Antonio José Bernal Londoño

2013

**Nombre:** \_\_\_\_\_

Lea detenidamente las siguientes preguntas y responda teniendo en cuenta sus conocimientos acerca de los temas correspondientes

**1. a)** Una caja llena de disolvente pesa 1500 gramos. Otra caja (2 veces más alta, como se ve en la figura) llena de agua pesa 2000 gramos. ¿Si metiéramos la caja llena de disolvente en ésta llena de agua, flotaría? ¿Se hundiría? Explica tu respuesta:

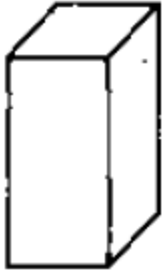


---

---

---

---



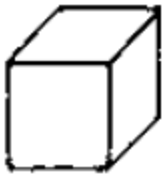
---

---

---

---

b) La siguiente caja llena de alcohol pesa 850 gramos, ¿Si la metiéramos en la caja de agua, flotaría? ¿Se hundiría? Explica



---

---

---

---

2. Los cuerpos 1, 2, 3 y 4 tienen las características que se indican en la tabla:

Cuerpo	1	2	3	4
Masa	3 Kg	7 Kg	5 Kg	4 Kg
Volumen	4 litros.	4 litros.	4 litros.	4 litros

Si sumergimos esos cuerpos totalmente en agua, ¿desalojarán todos ellos la misma cantidad de agua? ¿Sí o no?:

---

---

---

En caso de que no desalojen la misma cantidad de agua, ¿cuál desalojará más cantidad de agua?  
¿Cuál desalojará menos agua? Explica:

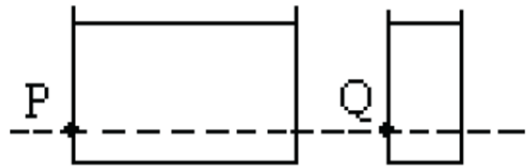
---

---

---

---

**3.** La figura muestra dos recipientes que contienen agua hasta una misma altura. Los orificios son iguales en P y Q.



La velocidad de caída del agua es:

- a. Mayor en P que en Q
- b. Mayor en Q que en P
- c. La misma en P y Q

Justifique su respuesta: \_\_\_\_\_

---

---

**4.** Cuando una persona está bajo el agua puede sentir la presión de ésta contra sus tímpanos. A mayor profundidad, mayor presión, ¿Qué ocasiona esta presión?

---

---

---

---

**5.** ¿Por qué la presión arterial se mide en el brazo a la altura del corazón y no en las piernas?:

---

---

---

---

**6.** Si se abren las llaves de agua completamente de una casa con dos pisos, ¿Saldrá más agua por el primero o por el segundo? ¿Por qué?:

---

---

---

---

## Anexo 2: Laboratorio Virtual:

[http://recursos.educarex.es/escuela2.0/Ciencias/Fisica\\_Quimica/Laboratorios\\_Virtuales\\_de\\_Fisica/Presion\\_en\\_el\\_Interior\\_de\\_un\\_Fluido/](http://recursos.educarex.es/escuela2.0/Ciencias/Fisica_Quimica/Laboratorios_Virtuales_de_Fisica/Presion_en_el_Interior_de_un_Fluido/)

The interface is divided into several sections:

- Elija un objeto:** Two options are shown: a yellow submarine labeled "Rígido" and a soccer ball labeled "Comprimible".
- Elija un fluido:** Four beakers are shown, labeled "Agua" (blue), "Aceite" (yellow), "Alcohol" (light blue), and "Mercurio" (grey).
- Pressure Measurement:** A large beaker on the left has a vertical scale on its right side with markings at 0 mts., 10 mts., 20 mts., 30 mts., 40 mts., and 50 mts.
- Graph:** A coordinate system with "Presión[atm]" on the vertical axis (0 to 7) and "Profundidad [m]" on the horizontal axis (0 to 50). A conversion note at the top reads "0 atm = 0 Pa".
- Buttons:** A "Reiniciar" button and a "Reiniciar" button with a circular arrow icon are located at the bottom right.

**Preguntas para la predicción:**

# Presión Hidrostática

Elaborado por:

Eliana Isabel Cardona Cortés

Mónica Eliana Cardona Zapata

Tatiana María Serna Agudelo

Licenciatura en Matemáticas y Física

Universidad de Antioquia

2013

## Objetivos:

- Identificar las características de los fluidos a través de la elaboración de un mapa conceptual.
- Establecer relaciones entre las variables densidad, profundidad y gravedad con el concepto de presión hidrostática.

## Actividad

Antes de iniciar la experiencia con el laboratorio virtual responde a las siguientes preguntas:

- ¿Cuál crees que es la diferencia entre un objeto rígido y uno comprimible?

---

---

---

- Describe las características de los diferentes líquidos que se encuentran en la aplicación

---

---

---



- En tus propias palabras describe detalladamente ¿qué sucedería al introducir cada uno de los objetos en los diferentes líquidos y a diferentes profundidades?

<b>Líquido</b>	<b>Agua</b>	<b>Aceite</b>	<b>Alcohol</b>	<b>Mercurio</b>
<b>Objeto</b>				
<b>Rígido</b>				
<b>Comprimible</b>				

### **Formulario Laboratorio Virtual sobre presión hidrostática:**

[https://docs.google.com/forms/d/1ld-fXuYEgedr1t8Tp\\_suOKIvq1GMlnWko9JFZM40gvQ/viewform](https://docs.google.com/forms/d/1ld-fXuYEgedr1t8Tp_suOKIvq1GMlnWko9JFZM40gvQ/viewform)

1. Comparen la descripción que cada uno(a) realizó sobre lo que sucedería al introducir los objetos en los diferentes líquidos y a diferentes profundidades, escriban una conclusión grupal teniendo en cuenta las semejanzas de las predicciones realizadas individualmente.
2. Ahora, ingresen al laboratorio virtual e interactúen con los objetos, observen ¿qué sucede al introducirlos en cada uno de los líquidos? Registren lo observado y comparen las gráficas que se forman en cada uno de los fluidos. Describan si poseen características similares.
3. Comparen las predicciones con lo que observaron al interactuar con la aplicación. Expliquen las diferencias y semejanzas que encontraron y justifiquen ¿por qué ocurre el fenómeno observado?

4. Teniendo en cuenta lo anterior, respondan las siguientes preguntas argumentando en cada una de ellas el porqué de sus respuestas, esto con el ánimo de comprender el concepto de presión hidrostática.
- ¿Por qué cambia de forma el objeto comprimible al ser sumergido en los diferentes líquidos?
  - ¿Varía la presión en el objeto rígido según la profundidad a la que se encuentre? ¿Es similar la presión en cada una de las profundidades para los diferentes líquidos?
  - ¿Varía la presión en el objeto comprimible según la profundidad a la que se encuentre? ¿Es similar la presión en cada una de las profundidades para los diferentes líquidos?
  - ¿Creen que tiene que ver algo la densidad del fluido con respecto a la variación de la presión?
  - ¿Creen que la forma del recipiente en la que se encuentra el objeto tiene algo que ver con la presión?
  - ¿Creen que la presión es la misma en todos los puntos del objeto localizado a una misma profundidad?

## Anexo 4: Simulación “Bajo presión”

Simulación de Phet: <http://phet.colorado.edu/en/simulation/under-pressure>

The screenshot displays the Phet simulation interface for "Under Pressure". The top navigation bar includes tabs for "Pressure", "Flow", and "Water Tower", with "Pressure" currently selected. The main simulation area shows a cross-section of a water tower with a faucet on the left. The water level in the tower is indicated by a blue line. A pressure gauge on the right shows a reading of 101,300 kPa. The interface includes several control panels: a "Ruler" and "Grid" panel, an "Atmosphere" panel with "On" and "Off" radio buttons, and a "Units" panel with "Metric", "Atmospheres", and "English" radio buttons. A "Reset All" button is located below the units panel. On the right side of the simulation area, there are two expandable panels: "+ Fluid Density" and "+ Gravity". The Phet logo is visible in the top right corner.

## Anexo 5: Segundo cuestionario basado en el método POE

### **Formulario Predicción:**

[https://docs.google.com/forms/d/1oYBrw94KgBge\\_eERmT6b8fUUvk7SXTtB8fQMS5bucSM/viewform](https://docs.google.com/forms/d/1oYBrw94KgBge_eERmT6b8fUUvk7SXTtB8fQMS5bucSM/viewform)

1. ¿Qué crees que sucedería con la presión en el interior de un fluido si no hay atmósfera en la Tierra?
2. ¿Cómo crees que cambiaría la presión en el interior de un fluido si la gravedad del lugar cambia?
3. ¿Cómo influye la variación de la densidad de un fluido en la presión hidrostática?
4. ¿Consideras que la presión hidrostática depende del volumen del recipiente? ¿Por qué?

### **Formulario Observación y explicación:**

[https://docs.google.com/forms/d/1YhuXIG-6HKCUaNF79S5prc\\_RbQ3iImpEvtX1lgUrzpw/viewform](https://docs.google.com/forms/d/1YhuXIG-6HKCUaNF79S5prc_RbQ3iImpEvtX1lgUrzpw/viewform)

1. Explora cada simulación haciendo uso de las herramientas disponibles y responde:  
¿Cómo influye la presión atmosférica en la presión al interior de un fluido?
2. ¿Qué sucede en el interior del fluido al cambiar el valor de la gravedad con respecto a la gravedad de la Tierra?
3. ¿Cómo varía la presión en fluidos con diferentes densidades, incluyendo el aire?
4. Observa el sistema de recipientes comunicados y compara cómo varía la presión en cada punto del fluido, ¿cómo afecta el volumen de cada recipiente al valor de la presión?

### **Preguntas Entrevista semiestructurada (Explicación):**

1. ¿Cuáles son las diferencias y similitudes entre las predicciones y lo que observaron?
2. ¿Por qué crees que afecta la densidad?

3. ¿Qué papel cumplen la gravedad y la presión atmosférica?
4. ¿Cuáles son todas las variables que influyen en la presión?

## Anexo 6: Historia de la Mecánica de fluidos

**Ambiente de aprendizaje para la historia de la mecánica de fluidos:**

[http://tamaseal1991.wix.com/fluidos#!\\_web-pages/historia](http://tamaseal1991.wix.com/fluidos#!_web-pages/historia)



**Formulario Historia de la Mecánica de Fluidos:**

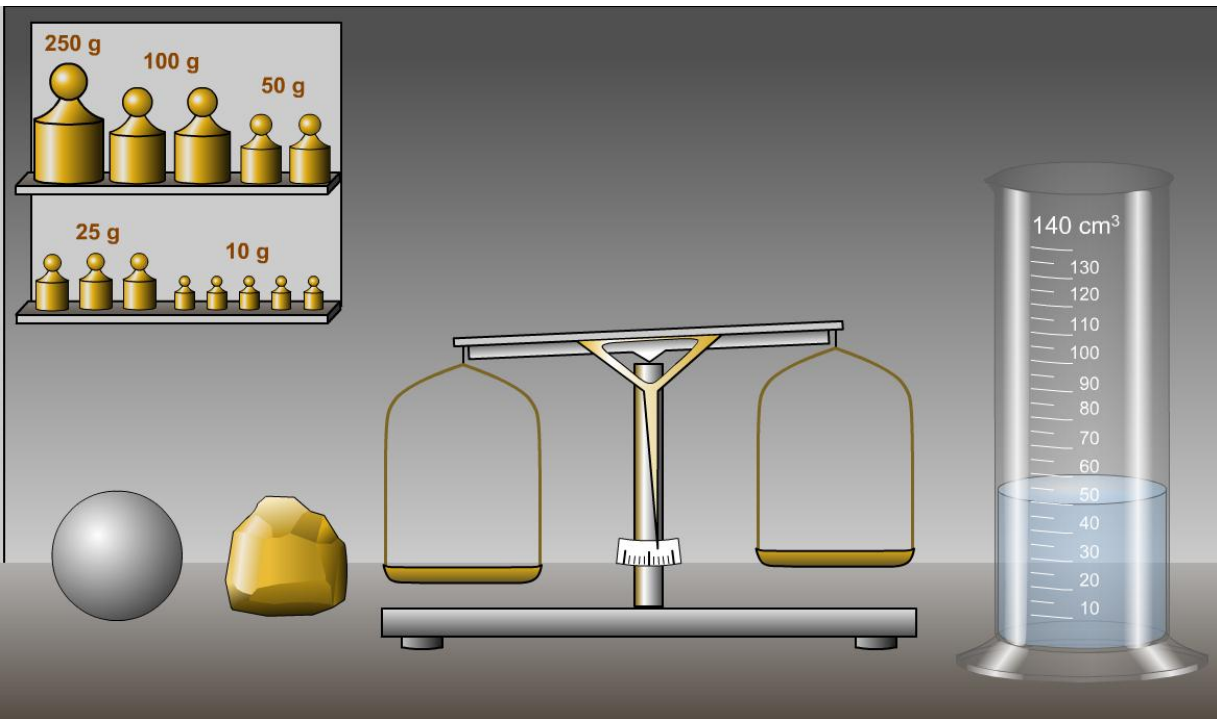
<https://docs.google.com/forms/d/1Wmk-P5KU2SFMbHrLn-68iJKRbttz7Unq6LWIZ0BSBfU/viewform>

1. De acuerdo con la lectura, ¿cuál crees que fue el acontecimiento más significativo para el desarrollo de la mecánica de fluidos? ¿por qué?
2. ¿Por qué crees que para estos científicos fue importante el estudio de esta rama de la física?
3. ¿A qué necesidades de la vida cotidiana responden cada uno de sus inventos o leyes?

4. Un acueducto es un sistema que permite transportar agua en forma de flujo continuo desde un lugar en el que está accesible en la naturaleza, hasta un punto de consumo distante. La ciudad de Medellín cuenta con un sistema de acueducto, controlado principalmente por EPM, que permite que el agua llegue potable a cada una de las casas de la ciudad. Cuando arrojamos objetos o basura por las tuberías, puede suceder que se queden atascadas e impidan el paso del agua. Si esto sucediera en tu casa, ¿cómo harías tú mismo para desatascar la tubería? ¿cómo crees que te ayudaría saber sobre mecánica de fluidos? ¿cuál de los aportes de estos científicos utilizarías?

## Anexo 7: Simulación Masa y Volumen

[https://7645c126-a-62cb3a1a-s-sites.googlegroups.com/site/josjemio1104/home/bodega/densidad.swf?attachauth=ANoY7cqDL9SUi0494tyRV5XxVSLa8WXrhGs1zI7YHeLGynMtUjM7cyl9kx0ffv3QRfuQpSvDkIfksPSzDdTksQWaT8sBhpPqy8Z3Mgqv24NhQKpJNIZ9ZUQ\\_sAGvPlpYUqowkOm9ec8zmHycZ\\_I\\_GqCcZIz98C0hp3RueEMKZkZICRWmXcdF52Qh8K49lwb9HHQgh5wkhgvd3DXbe\\_9W6v1seWysyieZBBs2EZnQR2dRPq3hXDbmZU%3D&attredirects=1](https://7645c126-a-62cb3a1a-s-sites.googlegroups.com/site/josjemio1104/home/bodega/densidad.swf?attachauth=ANoY7cqDL9SUi0494tyRV5XxVSLa8WXrhGs1zI7YHeLGynMtUjM7cyl9kx0ffv3QRfuQpSvDkIfksPSzDdTksQWaT8sBhpPqy8Z3Mgqv24NhQKpJNIZ9ZUQ_sAGvPlpYUqowkOm9ec8zmHycZ_I_GqCcZIz98C0hp3RueEMKZkZICRWmXcdF52Qh8K49lwb9HHQgh5wkhgvd3DXbe_9W6v1seWysyieZBBs2EZnQR2dRPq3hXDbmZU%3D&attredirects=1)



## Anexo 8: Preguntas de los experimentos

¿Por cuál orificio saldrá más rápido el agua?

¿Cuál chorro tendrá mayor alcance?

¿Qué sucederá con la hoja de papel al voltear el vaso?

¿Se regará el agua contenida en el vaso?



## Anexo 9

### ENCUESTA DE VALORACIÓN DE LA PROPUESTA DIDÁCTICA

Queriendo conocer lo que piensas en torno a la propuesta didáctica aplicada, te invitamos a responder las siguientes preguntas teniendo en cuenta las siguientes opciones de respuesta:

- A. Comparto la afirmación.
- B. No tengo opinión.
- C. Me opongo a la afirmación

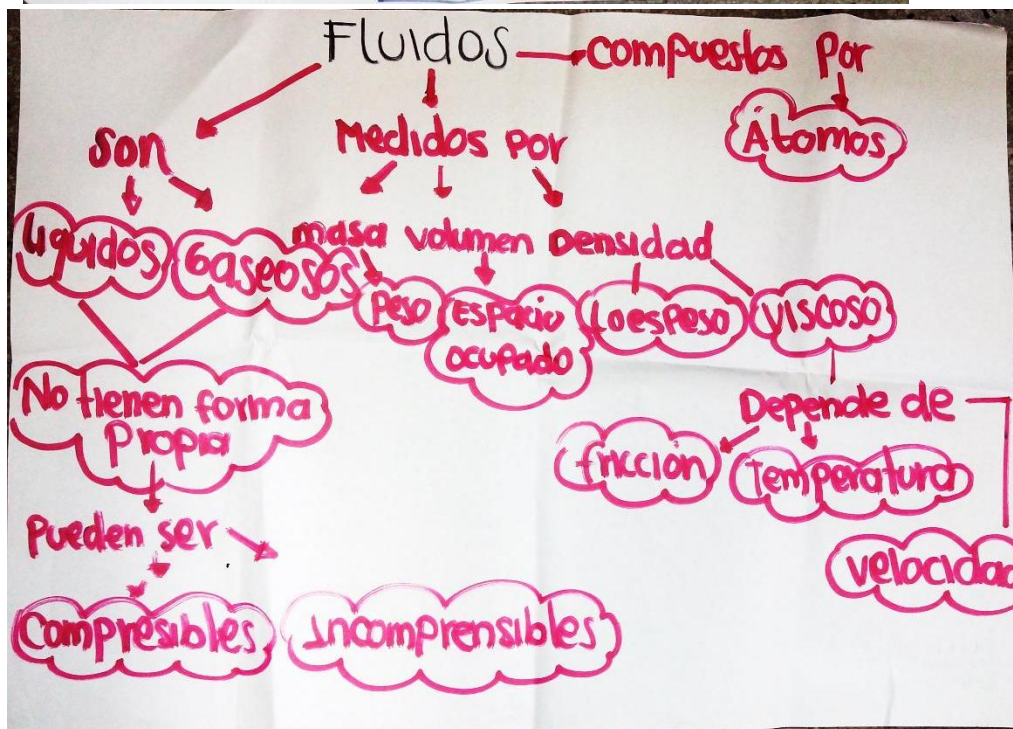
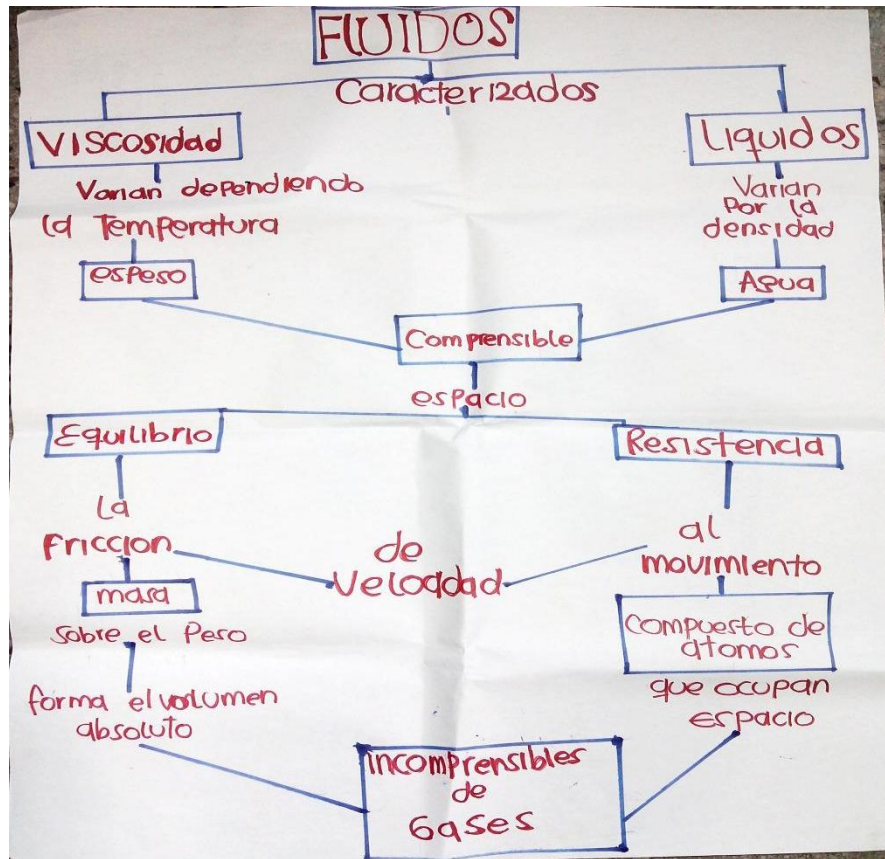
PREGUNTA	A	B	C
Las actividades realizadas durante las clases me permitieron reflexionar sobre mi manera de aprender.			
La propuesta didáctica me ayudó a ver mis fortalezas personales con respecto al aprendizaje.			
La propuesta didáctica me ayudó a ver mis debilidades personales con respecto al aprendizaje.			
Los conocimientos y habilidades logrados durante la propuesta didáctica me parecen útiles para la vida cotidiana.			
La propuesta didáctica me permitió reconocer la importancia del trabajo grupal en mi proceso de aprendizaje.			
La propuesta didáctica me demostró la importancia de emplear diferentes estrategias de enseñanza para orientar las simulaciones computacionales en el aprendizaje de la física.			
La propuesta didáctica me permitió reconocer la utilidad de los mapas conceptuales para establecer relaciones entre conceptos y construir su significado.			
Las actividades realizadas me mostraron que aprender física es más que resolver un ejercicio matemático			

#### COMENTARIOS Y SUGERENCIAS:

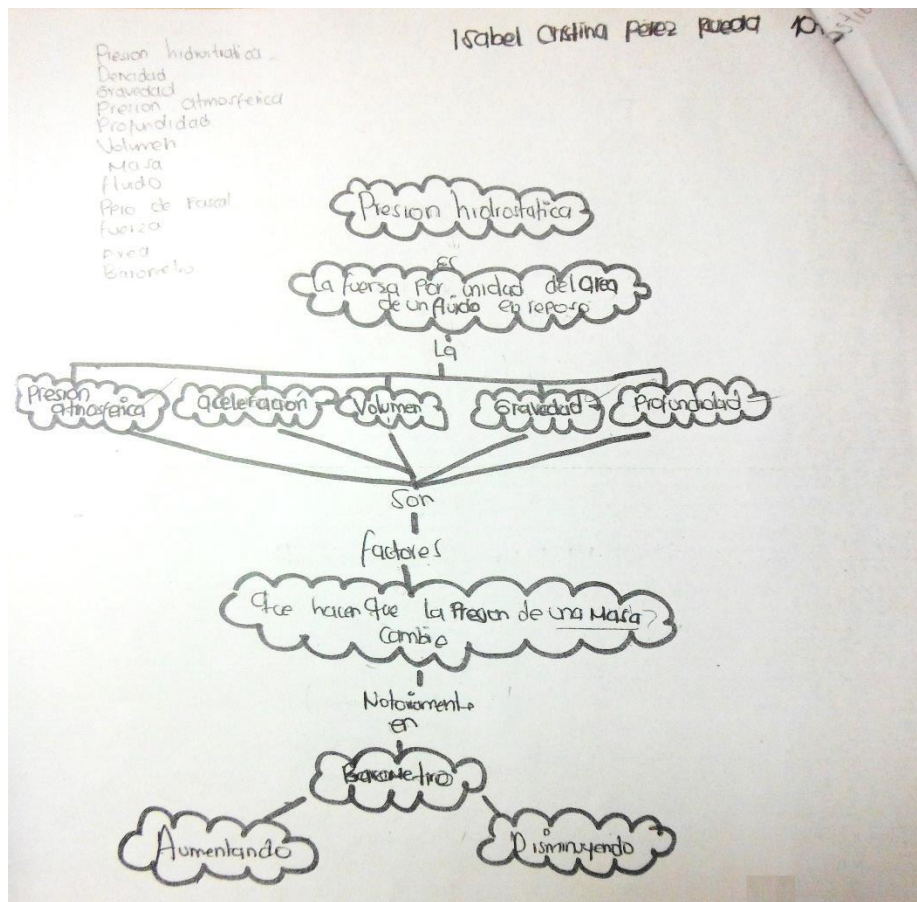
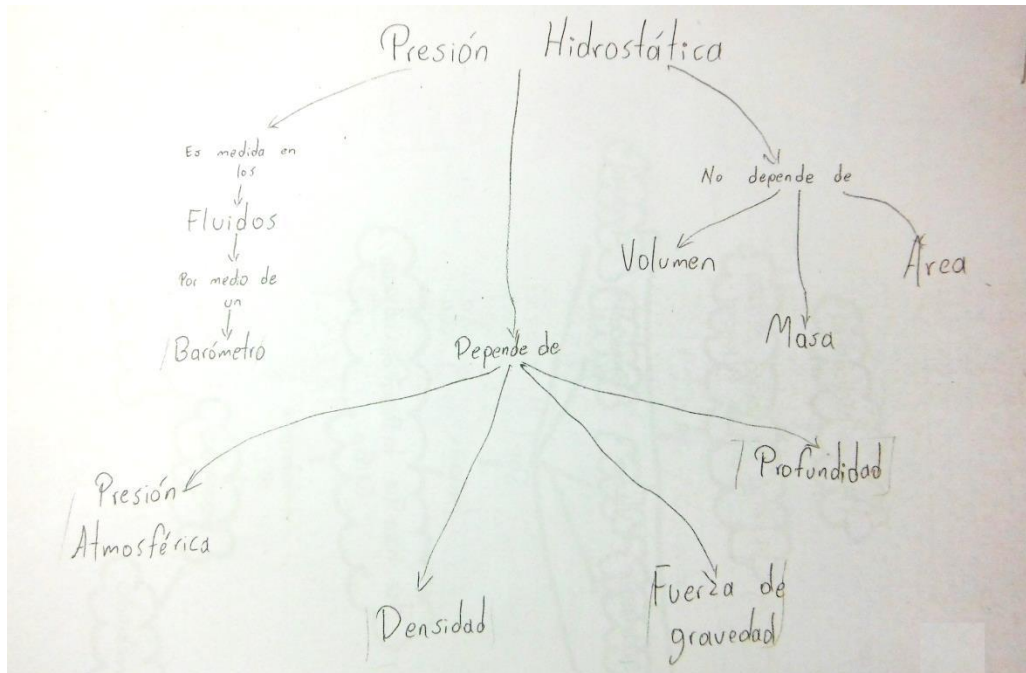
## Anexo 10: Preguntas Entrevista semiestructurada individual

1. ¿Cómo te parece el trabajo con simulaciones computacionales?
2. ¿Crees que ha sido aportante para tu proceso de aprendizaje?
3. ¿Las simulaciones te han ayudado a comprender mejor el fenómeno? ¿Por qué?
4. ¿Consideras que las simulaciones son un buen recurso para apoyar la enseñanza de la física?
5. ¿Crees que trabajar con tus compañeros te permite una mejor comprensión de lo estudiado? ¿Por qué?
6. ¿Qué te aporta más para tu aprendizaje, el trabajo en equipo o el trabajo individual?
7. ¿Consideras que los mapas conceptuales son una buena estrategia para aprender física?  
¿Por qué?
8. ¿La forma en que se orientaron las simulaciones computacionales contribuyó a tu aprendizaje? ¿Por qué?

Anexo 11: Mapa conceptual inicial



Anexo 12: Mapa conceptual final





## Anexo 13: Respuestas de los estudiantes en el trabajo individual

# Presión Hidrostática

Elaborado por:  
Eliana Isabel Cardona Cortés  
Mónica Eliana Cardona Zapata  
Tatiana María Berna Figudelo  
Licenciatura en Matemáticas y Física  
Universidad de Antioquia  
2013

**Objetivos:**

- Identificar las características de los fluidos a través de la elaboración de un mapa conceptual.
- Establecer relaciones entre las variables densidad, profundidad y gravedad con el concepto de presión hidrostática.

### Actividad

Antes de iniciar la experiencia con el laboratorio virtual responde a las siguientes preguntas:

- ¿Cuál crees que es la diferencia entre un objeto rígido y uno comprimible? que el rígido es un objeto pesado, o sea que uno comprimible tiene presión por dentro, y uno rígido lo tiene por fuera
- Describe las características de los diferentes líquidos que se encuentran en la aplicación agua: también depende de su temperatura (frio o caliente)  
aceite: espeso, su estado cambia dependiendo de su temperatura  
alcohol: es menos denso que los otros líquidos mencionados  
mercurio: es denso, más viscoso, más densidad
- En tus propias palabras describe detalladamente ¿qué sucedería al introducir cada uno de los objetos en los diferentes líquidos y a diferentes profundidades?

Líquido	Agua	Aceite	Alcohol	Mercurio
Rígido	se hundirá si su masa no está bien distribuida	flotará	se hundirá	flotará
Comprimible	flotará	flotará por la viscosidad del mismo	flotará	flotará

# Presión Hidrostática

Elaborado por:  
 Eliana Isabel Cardona Cortés  
 Mónica Eliana Cardona Zapata  
 Tatiana María Norma Figueroa  
 Licenciatura en Matemáticas y Física  
 Universidad de Antioquia  
 2013

## Objetivos:

- Identificar las características de los fluidos a través de la elaboración de un mapa conceptual.
- Establecer relaciones entre las variables densidad, profundidad y gravedad con el concepto de presión hidrostática.

## Actividad

Antes de iniciar la experiencia con el laboratorio virtual responde a las siguientes preguntas:

- ¿Cuál crees que es la diferencia entre un objeto rígido y uno comprimible? \_\_\_\_\_

El objeto rígido es / fuerte, el objeto comprimible se trata de algo que está como todo aplastado

- Describe las características de los diferentes líquidos que se encuentran en la aplicación

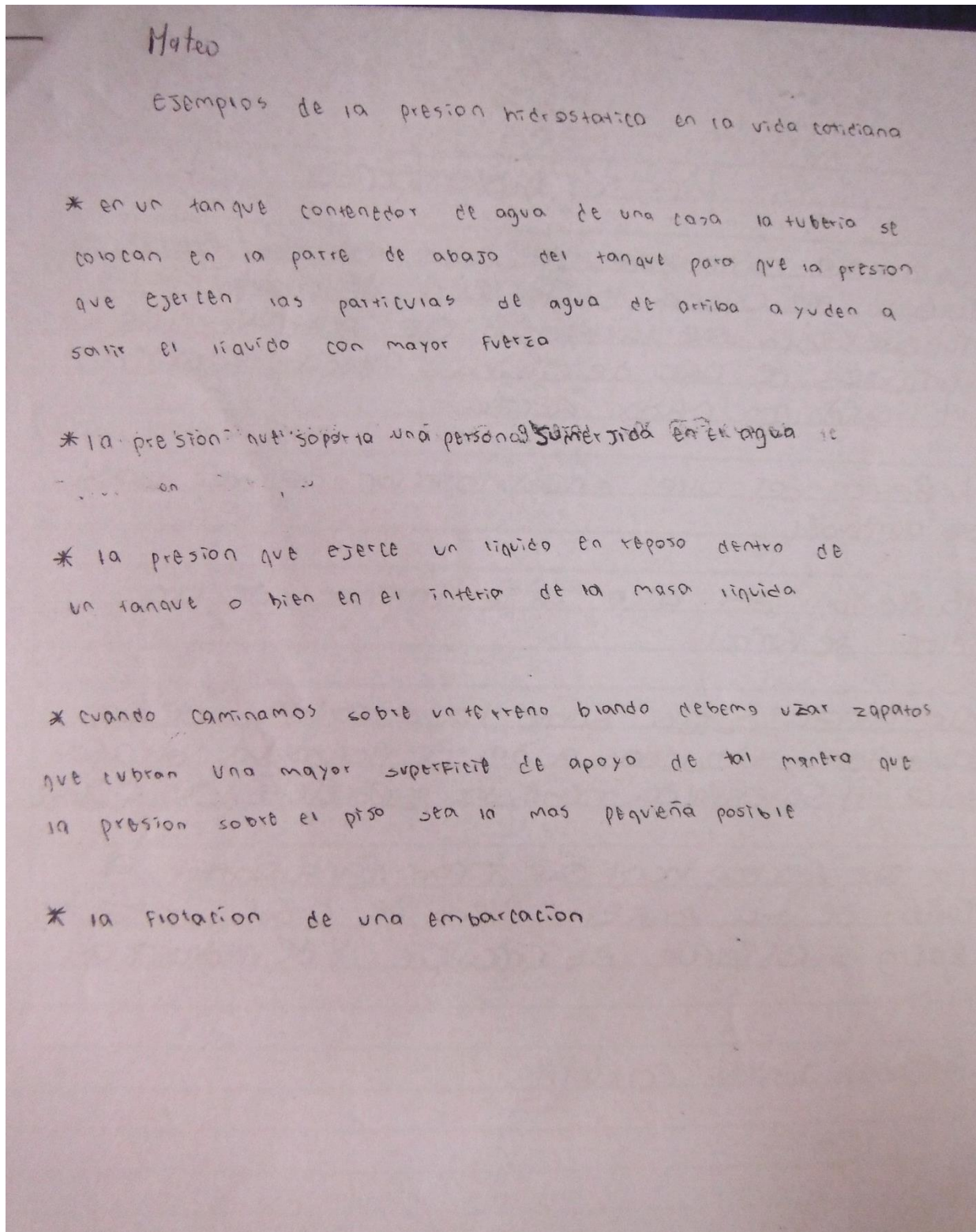
Agua: Líquido / Natural  
 Aceite: líquido / espeso / Grasoso  
 Alcohol: líquido / H<sub>2</sub>O / Olor fuerte  
 Mercurio: Derivado del Metal / Difundido

- En tus propias palabras describe detalladamente ¿qué sucedería al introducir cada uno de los objetos en los diferentes líquidos y a diferentes profundidades?

Líquido \ Objeto	Agua	Aceite	Alcohol	Mercurio
Rígido	Depende del peso, la masa, la densidad, volumen	Se vuelven grasoso y se asienta por su densidad	Depende del objeto	Quedaría el objeto sumergido
Comprimible	Flota. Ej: balón	Se reventarían	Depende del objeto y la profundidad	objeto flotaría



## Anexo 14: Situaciones de la vida cotidiana propuestas por los estudiantes



## Presión Hidrostática En La Vida Cotidiana.

### Ejemplos:

- 1) Cuando apretamos una chinche, la fuerza que el pulgar hace sobre la cabeza es igual a la que la punta de la chinche ejerce sobre la pared. La gran superficie de la cabeza <sup>alivia</sup> la presión sobre el pulgar sobre la pared <sup>alcanza</sup> para perforarla.
- 2) Cuando caminamos sobre un terreno blando debemos usar zapatos que cubran una mayor superficie de apoyo, de tal manera que la presión sobre el piso sea la más pequeña posible. Sería casi imposible para una mujer, inclusive la más liviana, caminar con tacos altos sobre la arena, porque se hundiría inexorablemente.
- 3) El peso de las estructuras como las casas y edificios se asientan sobre el terreno a través de zapatos de hormigón o cimientos. Para conseguir repartir todo el peso en la mayor cantidad de área para que de este modo la tierra pueda soportarlo.

Angie Paola Patrón - 1110  
70<sup>DA</sup>



## **Anexo 15: PROTOCOLO DE COMPROMISO ÉTICO Y ACEPTACIÓN DE LOS Y LAS PARTICIPANTES EN LA INVESTIGACIÓN**

### **Nombre de la Investigación:**

Hacia un Aprendizaje Significativo del Concepto de Presión Hidrostática.

**Investigadoras:** Eliana Isabel Cardona Cortés  
Mónica Eliana Cardona Zapata  
Tatiana María Serna Agudelo

Presentamos ante ustedes nuestro compromiso ético. Entendemos como imperativo y deber, hacer uso adecuado y discrecional de la información recolectada en el marco de esta investigación, con el único fin de lograr los objetivos del estudio en cuestión y en la perspectiva de contribuir con aportes para el mejoramiento de la enseñanza de la Física en el contexto de la Institución Educativa Pbro. Antonio José Bernal Londoño, así como contribuir con cuestiones teóricas y metodológicas a la línea de investigación en Tecnologías de la Información y la Comunicación para la Enseñanza de las Ciencias y la Matemática del programa Licenciatura en Matemáticas y Física de la Universidad de Antioquia.

El uso discrecional y adecuado de la información recogida y de su análisis, implica que la misma sólo será utilizada para los propósitos enunciados en el marco de este trabajo investigativo, que se evitará la alusión a nombres propios y se valorará con respeto y responsabilidad los aportes de cada uno de los participantes. Los análisis y resultados serán dados a conocer en primera instancia a los participantes. Desde esta perspectiva, las personas que firman este documento autorizan a las investigadoras para que las fuentes de información como escritos, entrevistas, observaciones, fotos, grabaciones en audio y video, etc.; se constituyan en bases de datos para dicha investigación. Gracias por su atención y colaboración.

**FIRMA ACUDIENTE**

**FIRMA DEL ESTUDIANTE**

## **PROTOCOLO DE COMPROMISO ÉTICO Y ACEPTACIÓN DE LOS REPRESENTANTES DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA SAN ROBERTO BELARMINO**

### **Nombre de la Investigación:**

Hacia un Aprendizaje Significativo del Concepto de Presión Hidrostática.

**Investigadoras:** Eliana Isabel Cardona Cortés  
Mónica Eliana Cardona Zapata  
Tatiana María Serna Agudelo

### **Grupo investigado:** Décimo A

Presentamos ante ustedes nuestro compromiso ético. Entendemos como imperativo y deber, hacer uso adecuado y discrecional de la información recolectada en el marco de esta investigación, con el único fin de lograr los objetivos del estudio en cuestión y en la perspectiva de contribuir con aportes para el mejoramiento de la enseñanza de la Física en el contexto de la Institución Educativa Pbro. Antonio José Bernal Londoño, así como contribuir con cuestiones teóricas y metodológicas a la línea de investigación en Tecnologías de la Información y la Comunicación para la Enseñanza de las Ciencias y la Matemática del programa Licenciatura en Matemáticas y Física de la Universidad de Antioquia.

El uso discrecional y adecuado de la información recogida y de su análisis, implica que la misma sólo será utilizada para los propósitos enunciados en el marco de este trabajo investigativo, que se evitará la alusión a nombres propios y se valorará con respeto y responsabilidad los aportes de cada uno de los participantes. Los análisis y resultados serán dados a conocer en primera instancia a los participantes. Desde esta perspectiva, las personas que firman este documento autorizan a las investigadoras para que las fuentes de información como escritos, entrevistas, observaciones, fotos, grabaciones en audio y video, etc.; se constituyan en bases de datos para dicha investigación. Gracias por su atención y colaboración.

**FIRMA COORDINADORA**

**FIRMA DIRECTORA DE GRUPO**

**FIRMA DEL RECTOR**