

CONSTRUCCIÓN DE UNA PROPUESTA PEDAGÓGICA EN CONTEXTOS DE
EDUCACIÓN NO FORMAL QUE FAVOREZCA LA COMPRESIÓN Y CONSTRUCCIÓN
DE CONCEPTOS REFERENTES A LA HIDRODINÁMICA DE MANERA SIGNIFICATIVA

ANGUIEE LORENA ARIAS DIAQUIVE

LÍNEA DE PROFUNDIZACIÓN

ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DE LAS CIENCIAS DESDE LOS ENFOQUES
DIDÁCTICOS

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE FÍSICA
BOGOTÁ, 2020

CONSTRUCCIÓN DE UNA PROPUESTA PEDAGÓGICA EN CONTEXTOS DE
EDUCACIÓN NO FORMAL QUE FAVOREZCA LA COMPRESIÓN Y CONSTRUCCIÓN
DE CONCEPTOS REFERENTES A LA HIDRODINÁMICA DE MANERA SIGNIFICATIVA

ANGUIEE LORENA ARIAS DIAQUIVE

Trabajo de grado para obtener el título de Licenciada en Física

ASESORA
JUDITH TRUJILLO

LÍNEA DE PROFUNDIZACIÓN
ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DE LAS CIENCIAS DESDE LOS ENFOQUES
DIDÁCTICOS

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE FÍSICA
BOGOTÁ, 2020

Agradecimientos

Principalmente agradezco a mis padres, ellos fueron el motor de mi vida para poder llegar a culminar este logro, sin ellos no hubiera sido posible dicha experiencia.

Agradezco a la Universidad Pedagógica Nacional y, a los maestros del departamento de física por acogerme y permitirme hacer parte de esta institución. Además, por reconocer que la práctica educativa es el primer acercamiento sólido y tangible que un maestro en formación debe tener para la preparación del saber y el quehacer educativo; generando así, cuestionamientos hacia ese dilatado y complejo campo de la educación y, específicamente, de la educación en ciencias. Esto permite al maestro en formación dotarse de herramientas para contribuir a las dinámicas sociales y culturales de un determinado contexto social, como agentes de transformación cultural y como docentes investigadores de las ciencias.

Agradezco a las instituciones que me aceptaron para la realización de las prácticas educativas: al Colegio San Isidro Sur Oriental IED, al Colegio Montebello IED y a la fundación FUNDAMOR, pero, especialmente, a cada uno de los jóvenes con los que estuve cimentando conocimientos y pensamientos críticos y constructivos para nuestra sociedad, así como para nuestro contexto social en el cual crecimos y convivimos. Fueron ellos y ellas la base sólida para emprender camino hacia la investigación de la educación en ciencias, a través de los diferentes escenarios de formación.

Agradezco igualmente a mi asesora Judith Trujillo y, a mis maestros Sandra Milena Téllez, Francis Moreno y Ronal Enrique Callejas ya que, a lo largo de esta investigación mostraron disposición en compartir sus experiencias y vivencias con el fin de aportar significativamente en la construcción de esta propuesta pedagógica.

Contenido

Introducción.....	7
Capítulo 1: Objeto de estudio	10
1.1 Problema de investigación	10
1.2 Objetivos de la propuesta.....	12
1.2.1. Objetivo general.....	12
1.2.2. Objetivos específicos.	13
1.3 Justificación.....	13
1.4 Antecedentes	15
Capítulo II: Marco teórico	19
2.1. Marco teórico pedagógico.....	19
2.1.1. Enseñanza de la física en contextos de educación formal.....	20
2.1.2. Enseñanza de la física en contextos de educación no formal.....	23
2.1.3. El aprendizaje significativo en la enseñanza de la física en escenarios educativos no formales.	27
2.2. Marco Teórico Disciplinar	30
2.2.1. Mecánica de fluidos.	31
2.2.2. Ecuación de continuidad.	32
2.2.3. Número de Reynolds.....	36
Capítulo III: Propuesta pedagógica.....	38
3.1. Fundamento metodológico.....	39
3.1.1. Estructura de la cartilla.....	41
3.1.2. Momentos de la cartilla.....	44
3.2. Cartilla.....	47
3.2.1. Introducción.....	48
3.2.2. Recomendaciones para la cartilla.	50
3.2.3. Sesiones para desarrollar la propuesta.	53
3.2.4. Construcción.....	57
3.2.5. Montaje final.....	60

3.2.6. Recolección y análisis de datos.	61
3.3. Fundamento pedagógico	72
Conclusiones y alcances	75
Conclusiones	75
Propuestas a futuro	75
Alcances.....	77
Referencias	78
Anexos.....	82
Anexo 1. Objetivos del Ministerios de Ciencia, Tecnología e Innovación	82

Lista de figuras

Figura 1. Prototipo hidrodinámico (vaciado de un tanque).....	32
Figura 2. Ejemplificación gráfica de ecuación.	35
Figura 3. Estructura de la cartilla: contextualización.....	41
Figura 4. Prototipo hidrodinámico.....	42
Figura 5. Preguntas de cartilla.	42
Figura 6. Preguntas abiertas en cartilla.	43
Figura 7. Preguntas abiertas en cartilla.	43
Figura 8. Análisis propuesto en cartilla.....	44

Introducción

A lo largo de esta investigación se pretende abordar la enseñanza de la física en espacios de educación no formal con el fin de reconocer sus prácticas y metodologías pedagógicas, así como resaltar su función de complementariedad en relación con la educación formal, de este modo, se identifican elementos, ventajas y desventajas que componen y estructuran estos dos escenarios, a fin de trazar un hilo conductor que facilite comprender el valor y sentido de la propuesta.

En esta propuesta, se propone mediante el uso de una cartilla didáctica la construcción de un prototipo hidrodinámico como recurso didáctico con el fin de profundizar en conceptos relacionados con la mecánica de fluidos tales como; velocidad de un fluido, ecuación de continuidad y número de Reynolds de este modo, se configura un recurso didáctico que posibilita la construcción de conocimientos referentes a la mecánica de fluidos. Con este propósito, se acude a los planteamientos de una metodología de aprendizaje significativa que adquiere valor cuando se intenta relacionar aprendizaje y medio en contextos de educación no formal.

En principio se analiza empíricamente y se complementa con investigaciones pedagógicas sobre las prácticas educativas en la enseñanza de la Física que admite la educación formal; entendiendo por ésta, la institución escolar o la escuela, así como sus métodos de aprendizaje y metodologías de enseñanza. Por esta razón, sus prácticas tienden a cambiar continuamente con el fin de favorecer el proceso de aprendizaje de los estudiantes, aunque, se limita en la mayoría de los casos a ciertos aspectos curriculares que consumen el tiempo que se dispone para el aprendizaje.

Adicionalmente, este trabajo se aproxima a contextos de educación no formal como lo es el caso de escenarios educativos estructurados fuera de la modalidad formal: fundaciones, centros interactivos, museos, entre otros. La Ley General de Educación y, el Ministerio de Educación Nacional, (1994), en su artículo 36, define la educación no formal como:

Aquella que promueve con el objeto de complementar, actualizar, suplir conocimientos y formar en aspectos académicos o laborales sin sujeción al sistema de niveles y grados establecidos el perfeccionamiento de la persona humana, el conocimiento y la reafirmación de los valores nacionales, la capacitación para el desempeño artesanal, artístico, recreacional, ocupacional y técnico, la protección y aprovechamiento de los recursos naturales y la participación ciudadana y comunitaria. (p. 15).

Se concibe la educación no formal como un espacio de construcción de conocimiento alternativo y de complementariedad con la educación formal, con metodologías altamente significativas que

posibilitan reforzar ciertos temas en los que la escuela formal limita. Igualmente, a lo largo del documento se manifiesta que la educación no formal es un espacio donde el estudiante, además de asistir de una manera autónoma, se encuentra vinculado directamente con las dinámicas que se desarrollan en su ambiente y contexto cultural. Es allí, donde operan los conocimientos previos con nuevos saberes, bajo el objetivo de construir conocimiento consecuentemente con el escenario social al que pertenece el individuo.

A partir de lo anterior, se busca mostrar que el proceso de aprendizaje de los jóvenes en estos escenarios de educación no formal es totalmente distinto, aunque complementaria con la educación formal. Para la implementación de la propuesta se prefiere el contexto de educación no formal, porque es el lugar al que se asiste con la intencionalidad de aprender y profundizar aspectos conceptuales, teóricos y matemáticos que la educación formal no alcanza a estudiar ya que, por las dinámicas institucionales se dispone de un tiempo limitado. Además de esto, se resalta que en este sistema educativo no formal se promueven con mayor frecuencia prácticas educativas que favorecen el aprendizaje significativo.

En consecuencia, en este documento se realiza un análisis de tipo pedagógico en espacios educativos formales y no formales y, se elabora una cartilla didáctica como parte de la propuesta pedagógica planteada para ser desarrollada en espacios de educación no formal con el fin de complementar y construir conocimientos referentes a la hidrodinámica de manera significativa.

En el capítulo I se contextualiza al lector sobre el problema de investigación, en el cual se ve reflejada la justificación, los objetivos de la investigación y los antecedentes que se toman para estructurar el trabajo.

En el capítulo II se profundiza en la enseñanza de la Física en contextos de educación formal y no formal. En el contexto de educación formal, se analizan las prácticas educativas de dos instituciones públicas de educación básica de la localidad de San Cristóbal donde se evidencia una serie de situaciones en común con los grados décimo relacionadas con el bajo interés por parte de los estudiantes en temas relacionados con la física, así como la poca participación en las actividades programadas para comprender los elementos conceptuales y matemáticos asociados a un tema de física.

Por otro lado, se expone y define la educación no formal, como un sistema educativo que invita a la sociedad en general a complementar ciertas áreas de conocimiento que la educación formal no alcanza a profundizar debido al limitado tiempo que dispone. Se resalta que la educación no formal es un sistema de educación que acoge metodologías altamente significativas, las cuales resultan de gran interés para quienes recurren a este tipo de espacios.

Sumado a lo anterior, se expone la fundamentación teórica y disciplinar que posibilita comprender la dinámica del prototipo propuesto en la cartilla didáctica. Se hace énfasis en la ecuación de continuidad la velocidad de un fluido y el número de Reynolds que se aproximan a ese extenso campo de la mecánica de fluidos. En el caso de la ecuación de continuidad se encuentra que a través del principio de conservación de la masa se puede determinar la cantidad de fluido que se mueve a través de una sección transversal o tubería, esta definición hace referencia al caudal (Q).

En el capítulo III se expone la cartilla didáctica como propuesta pedagógica para ser aplicada en contextos de educación no formal, pues los análisis cualitativos que se hacen frente a la educación formal y no formal en el capítulo II llevan a considerar su aplicación dentro de este espacio educativo; allí, se encuentra que existe la intención de los jóvenes por querer aprender y una relación de complementariedad con lo aprendido en la educación formal. Esta propuesta cuenta con un enfoque pedagógico que posibilita la construcción de significados sobre la mecánica de fluidos tales como: velocidad de un fluido, ecuación de continuidad y número de Reynolds, como conceptos importantes en la construcción de máquinas hidrodinámicas y conductos.

Al proponer en la cartilla didáctica la construcción de un prototipo hidrodinámico, que se aproxima al vaciado de un tanque se espera que los jóvenes que asisten comprendan los elementos conceptuales y matemáticos desde la experiencia misma. De igual modo, se muestra el propósito y los momentos que componen la cartilla didáctica, donde se ve reflejado el interés de apoyar los procesos de aprendizaje de los jóvenes que se encuentren interesados en construir conocimientos de hidrodinámica y/o mecánica de fluidos. No obstante, es preciso comentar que esta propuesta está estructurada en términos de diseño, es decir que, se espera el desarrollo y/o implementación en futuras ocasiones.

Por otro lado, en las conclusiones y alcances se discute sobre la trascendencia que puede tener esta propuesta pedagógica en el momento de ser aplicada en un determinado contexto social ya que, se

encuentra diseñada de tal forma que se procura promover algunos de los objetivos que el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación de Colombia propone mediante el Decreto 2226 de 2019 para contribuir con la divulgación y el desarrollo científico. Entre estos lineamientos se encuentra: establecer estrategias para el avance del conocimiento científico, el desarrollo sostenible, ambiental, social, cultural y la transferencia y apropiación social de la Ciencia, la Tecnología, la Innovación, para la consolidación de una sociedad basada en el conocimiento. También, el fortalecimiento una cultura basada en la generación, apropiación y divulgación del conocimiento y la investigación científica, el desarrollo tecnológico, la innovación y el aprendizaje permanente, que considere, entre otras, las reflexiones de la ética en la investigación, la bioética y la integridad científica (MCTI, 2019).

Capítulo 1: Objeto de estudio

1.1 Problema de investigación

En este capítulo se discute frente al problema y pregunta de investigaciones y, se puntualiza en los objetivos que orientan la propuesta pedagógica. Esta investigación surge del análisis frente a las prácticas educativas que se tienen en la enseñanza de la Física en diferentes escenarios educativos de educación formal en la localidad de San Cristóbal: Colegio San Isidro Sur Oriental y Colegio Montebello. Se observa que en los colegios no se dispone del tiempo necesario para enseñar y profundizar en ciertos aspectos fundamentales relacionados con la física. En especial con los temas que tienen que ver con la hidrodinámica o mecánica de fluidos.

Frecuentemente se dan algunas definiciones sobre la ecuación de continuidad, la velocidad de un fluido, y el número de Reynolds sin llegar a resolver dudas y problemas de aplicación. Sin duda, una de las causas de esta situación es la cantidad de horas dispuestas para el desarrollo de las clases de física. Quedando entonces un aprendizaje superficial en donde los estudiantes se ven obligados a memorizar y aplicar de forma inmediata ecuaciones para resolver ejercicios sin detenerse en un análisis de lo que implica todo el procedimiento matemático y los fenómenos físicos.

En la educación formal, los temas de física mencionados con anterioridad, ocasionalmente se abordan desde la experiencia, las necesidades y la construcción misma de este conocimiento, porque se encuentran prácticas educativas centradas en la resolución de numerosos problemas

matemáticos. De este modo, no se busca afirmar que los procesos algebraicos no adquieran significado, sino que, por el contrario, se procura atribuirle valor y significado a las ecuaciones que rigen las leyes físicas con el fin de comprenderlas en su totalidad.

En el aula regular no se alcanzan a comprender en su totalidad los elementos, aspectos, características, ecuaciones y atribuciones que determinan el movimiento de los fluidos, así como sus aplicaciones. Por ejemplo, en la construcción de canales y acueductos en donde se tienen estructuras diseñadas con medidas precisas para flujos turbulentos, entendiendo como turbulencia a las estructuras atómicas estudiadas macroscópicamente y, que tienen $Re > 4000$. Por otro lado, en la creación de plomerías sencillas para evitar un gasto innecesario de agua, distribuir el agua de las casas, calles, de los pueblos, entre otros.

Los estudiantes alcanzan los conocimientos necesarios, pero no suficientes para comprender en su totalidad la dinámica del sistema. Es así como, se hace necesario encontrar un escenario que permita profundizar los saberes sobre la hidrodinámica, mediante un apoyo que favorezca el aprendizaje significativo y trascienda las formas de aprendizaje instrumentales, basadas en la memorización y la poca interacción con el contexto real de los estudiantes.

Por otra parte, se realizaron las prácticas educativas en el sistema de educación no formal, en la fundación FUNDAMOR. Allí, se encuentran estrategias de aprendizaje significativas enfocadas en la enseñanza de la Física y, en donde se involucra el contexto sociocultural y sus respectivas necesidades para la construcción de conocimiento. Asimismo, se observa que este sistema propende por profundizar y complementar las concepciones que se ven en la educación formal mediante metodologías centradas en el aprendizaje significativo, por las prácticas que relacionan las necesidades del contexto a partir de los problemas contextualizados, de las experiencias reales y de la propuesta a solucionar situaciones cotidianas.

Frente a este panorama, se genera una propuesta pedagógica para potencializar los conceptos asociados a la hidrodinámica y desarrollar conciencia hacia el bien común en contextos de educación no formal. Con esta forma de complementariedad pedagógica que posibilita la educación no formal, se busca mantener el interés de los estudiantes que acuden a los espacios de formación, con el propósito de aprender y profundizar en aspectos de la Física que son de su interés

real, por el impacto que tiene en su interacción con el entorno social, natural y físico al que pertenecen.

En consecuencia, el interés de esta investigación es la construcción de una propuesta pedagógica que favorezca la comprensión y construcción de conceptos referentes a la hidrodinámica de manera significativa y, por tanto, tenga una aplicabilidad, procurando así, ayudar a solucionar necesidades de su contexto sociocultural. De ahí que, este trabajo adquiera una relevancia social y pedagógica, en la medida en que, apuesta a la construcción de conocimiento en espacios de interacción y formación que sobrepasan las prácticas de aula instrumentales, para la comprensión y aplicación significativa de la ciencia. Además, porque se enfoca hacia el reconocimiento de intereses prácticos, cuya base es la transformación de un contexto sociocultural.

Desde este punto de vista, en el reconocimiento del aporte que estos espacios de educación no formal brindan al aprendizaje significativos de algunos componentes de la Física, se plantea la siguiente pregunta de investigación ¿Cómo la implementación de la cartilla didáctica como parte de la propuesta pedagógica enfocada en la construcción de un prototipo hidrodinámico en contextos de educación no formal podría favorecer a la adquisición de conocimientos asociados con la hidrodinámica?

En este orden, el propósito se centra en la construcción de una propuesta pedagógica en contextos de educación no formal, que favorezca la comprensión y construcción de conceptos referentes a la hidrodinámica de manera significativa. Sumado a eso, el abordaje de la enseñanza de la física en espacios de educación no formal, con el fin de reconocer sus prácticas y metodologías pedagógicas, así como resaltar su función de complementariedad en relación con la educación formal.

1.2 Objetivos de la propuesta

Los propósitos que se pretenden alcanzar con este trabajo se centran en:

1.2.1. Objetivo general.

Abordar la enseñanza de la física en espacios de educación no formal con el fin de reconocer sus prácticas y metodologías pedagógicas, así como resaltar su función de complementariedad en relación con la educación formal.

1.2.2. Objetivos específicos.

- Identificar las diferencias pedagógicas entre la enseñanza de la Física en contextos de educación formal y no formal con el fin de identificar la relación de complementariedad entre las mismas.
- Construir una propuesta pedagógica de enseñanza-aprendizaje significativa que logre dar sentido y aplicabilidad a los elementos fundamentales de la hidrodinámica: ecuación del caudal, la velocidad de un fluido y el número de Reynolds.
- Diseñar una cartilla didáctica como parte de la propuesta pedagógica en contextos de educación no formal focalizada en la construcción de un prototipo hidrodinámico.

1.3 Justificación

La motivación de este trabajo surge de las aproximaciones que se tienen con los jóvenes de cada una de las instituciones formales y no formales en las que se realizaron las prácticas educativas en el área de física, ubicadas en la localidad de San Cristóbal. En las dos primeras instituciones formales, Colegio San Isidro Sur Oriental y Colegio Montebello se encuentran prácticas educativas enfocadas, en la mayoría de los casos, en transcribir capítulos o secciones de libros y, en resolver numerosos problemas de forma memorística y repetitiva.

Si bien lo anterior posibilita la construcción de conocimiento, se observa que las instituciones formales no disponen del tiempo necesario para profundizar al respecto de lo que se escribe y resuelve, así como de realizar una retroalimentación al respecto. Sin embargo, existen ocasiones en las que se realizan metodologías por proyectos en donde a los estudiantes se les posibilita experimentar, explorar, comprobar o falsear hipótesis mediante la construcción de prototipos que permiten explicar leyes y/o elementos conceptuales y matemáticos, asociados a un sistema determinado; aunque, dichas prácticas son recurridas ocasionalmente.

A partir de lo anterior, se encuentra un elevado desinterés en el proceso de aprendizaje por parte de la mayoría de los estudiantes cuando se transcriben y resuelven problemas de física, dado que, en repetidas ocasiones, realizan otras actividades, como, por ejemplo, conversar de temas diferentes a los que se están abordando en clase, contemplar el celular, copiar tareas de otras asignaturas, entre otras acciones que reflejan el desinterés frente a las clases de física.

Por otro lado, cuando las lecciones de física se abordan desde la elaboración de proyectos el interés y la motivación de los estudiantes cambia dado que, el material que se les dispone como recurso didáctico para aprender logra captar la atención y, por tanto, participan activamente en el desarrollo de estos. De este modo, se evidencia que el disponer de propuestas pedagógicas que invitan al estudiante a resolver preguntas problemas contextualizados con la realidad posibilita potencializar la curiosidad en cada uno de los estudiantes, sin embargo, el limitado tiempo del que se dispone en la educación formal limita este tipo de experiencias pedagógicas.

Con base a lo anterior, se encuentra en las evaluaciones, en las preguntas directas y discusiones entorno a un tema específico de física que los estudiantes asimilan con mayor facilidad los conceptos y simbologías que se están aprendiendo cuando se les posibilita experiencias significativas, sin embargo, de acuerdo con lo afirmado por Rodríguez (2009), la enseñanza de esta área se ha convertido, principalmente, en la simple transcripción de fórmulas debido al limitado tiempo que se tiene dispuesto para dicho aprendizaje.

Por otro lado, en la institución no formal, la fundación FUNDAMOR, se encuentran prácticas educativas totalmente distintas a las admitidas en la educación formal, desde experiencias de enseñanza y aprendizaje que intentan relacionar las necesidades y problemáticas de un determinado contexto social. Igualmente, este sistema educativo no concibe currículos y horarios establecidos, al igual que no otorga certificación alguna por los logros alcanzados.

En la fundación FUNDAMOR se realizan talleres de apoyo hacia el autoestima y reconocimiento de la mujer, personas que presentaban dificultad en diligenciar una hoja de vida, jornadas de embellecimiento ambiental, acompañamiento psicológico a las familias más vulnerables, construcción de conocimiento en diversas áreas mediante talleres de discusión y reflexión entre otros. De este modo, en la educación no formal se tiene una participación intencional por parte de los jóvenes y adultos que recurren a estos espacios por el querer aprender, además por el tiempo que se dispone para la realización de propuestas pedagógicas más dinámicas.

Por tal razón, se busca seguir promoviendo espacios de educación con ambientes participativos y amigables para que los jóvenes se involucren autónomamente en el desarrollo de proyectos que contribuyan a su formación personal y profesional. Junto a esto, para la consolidación de saberes

y conocimientos que ayuden a solucionar las necesidades y demandas de su comunidad, en este sentido, los jóvenes participarían de una manera constructiva en su contexto sociocultural.

Sin embargo, aunque este espacio de educación no formal posibilita la construcción de conocimiento en diversas áreas en la localidad de San Cristóbal, se hace necesario fomentar la apertura de un espacio de educación no formal para el desarrollo de esta propuesta con la finalidad de invitar, motivar y acoger sujetos con intereses particulares hacia la Física. El propósito de estos escenarios es construir en conjunto conocimientos de aplicabilidad referentes a la hidrodinámica, lo cual es de gran ayuda para comprender los elementos conceptuales y matemáticos propuestos. Además, apropiarse del contexto social a fin de encontrar rutas que contribuyan con la ciencia y la investigación, para afianzar y relacionar los conocimientos construidos en la escuela formal mediante la aplicabilidad.

1.4 Antecedentes

En el proceso de investigación de este trabajo de grado se encontraron algunos antecedentes que sirven de preámbulo para estructurar las concepciones que se tienen respecto a las investigaciones del tema en cuestión. Se toman como referentes los siguientes trabajos de grado de la Universidad Pedagógica Nacional de Colombia (UPN) y de otras instituciones nacionales e internacionales que a continuación serán nombrados y descritos brevemente. El análisis realizado permite profundizar, desde una perspectiva pedagógica, sobre conceptos de tipo social y disciplinar, tal es el caso de nociones como educación formal, no formal, aprendizaje significativo y mecánica de fluidos.

En cuanto a los referentes de la educación formal y no formal se encontraron los siguientes artículos de investigación:

- **Una experiencia de diálogo entre la educación formal y no formal** (Ramos, et al., 2007). En este artículo se discute sobre la relación de complementariedad entre sistemas de educación formal y no formal de modo que, se realiza una conceptualización precisa de estos dos sectores educativos mediante experiencias pedagógicas. Este trabajo investigativo aporta significativamente a la propuesta planteada en este documento en la medida en que, se abordan espacios de educación formal y no formal.

- **Educación no formal para el aprendizaje de las ciencias.** La experiencia en el marco del proyecto difusión de la ciencia en la Escuela (Rocha y Bertelle, 2006). En este documento se menciona la educación no formal como una alternativa que posibilita la construcción de conocimiento referente a la ciencia de esta manera, se cuenta con un guía para sustentar el valor que adquiere la educación no formal en la enseñanza de las ciencias.
- **Espacios alternativos de la enseñanza de la ciencia** (Zabalegui y Santos, 2014). En este documento, se profundiza respecto a las metodologías de enseñanza en espacios de educación no formal lo cual posibilita tomar aspectos y elementos relevantes para la construcción de la propuesta pedagógica puesto que, se discute sobre un nuevo principio de pedagogía centrado en la interacción con el contexto sociocultural para la construcción de conocimiento.
- **Una propuesta alternativa no formal para la formación de maestros y profesores en ciencias naturales y matemática** (Deriard, Matteucci, Alvarez y Lanzillotta, 2016). En este documento se encuentra una propuesta pedagógica que permite relacionar a modo de complementariedad, sistemas de educación formal y no formal de tal forma que, se evidencian alcances significativos en el proceso de enseñanza-aprendizaje cuando se proponen espacios no formales para complementar y potencializar ciertos conocimientos, así pues, este trabajo posibilita concebir la importancia de promover espacios de educación no formal a modo de complementariedad con la educación formal.

En estos artículos se encuentran discusiones respecto a la educación formal y no formal con aspectos relevantes en la enseñanza de las Ciencias. Así pues, los documentos estructuran y respaldan este trabajo porque conceptualizan la educación formal y no formal. Además, se resalta la importancia de la relación de complementariedad entre estos dos escenarios que, finalmente, llevan al estudiante a motivarse y comprender desde un contexto educativo diferente, los elementos conceptuales y matemáticos asociados a la Física de manera significativa.

Por otra parte, las investigaciones y propuestas de enseñanza y aprendizaje que se han construido en los últimos años tienden cada vez más a reconocer el aprendizaje significativo, como el mecanismo humano de aprendizaje por excelencia (Ausubel, 1976). Para comprender esta forma de aprendizaje donde se construye la información con mayor durabilidad, se toman como referentes del aprendizaje significativo los siguientes artículos:

- **El aprendizaje significativo para fomentar el pensamiento crítico** (Chrobak, 2017). En este documento, se intenta construir una formación integral mediante el aprendizaje de las competencias necesarias para la autorrealización y la mejora del tejido social, por ende, se toma este trabajo ya que, en la propuesta planteada a lo largo del documento se busca contribuir con las dinámicas sociales y culturales mediante el pensamiento crítico y constructivo.
- **La enseñanza de la Física mediante un aprendizaje significativo y cooperativo en Blended Learning** (Silva, 2011). En este documento de investigación doctoral se busca promover la sociabilización y el grado de aceptación de un modelo de enseñanza de la física basada en el aprendizaje significativo con el propósito de mejorar el rendimiento académico y promover el aprendizaje significativo en los estudiantes, de este modo, se extraen elementos importantes que posibilitan llamar la atención de los estudiantes en temas relacionados con la física .
- **Aprendizaje basado en preguntas y su impacto en las estrategias de aprendizaje en Física** (Sánchez, 2017). Este documento hace énfasis en la importancia de construir preguntas asertivas para favorecer las prácticas educativas y por tanto el proceso de aprendizaje de los estudiantes de esta manera, se encuentra una guía para formular preguntas que lleven al estudiante a cuestionarse y contextualizarse frente al fenómeno estudiado.
- **Organizadores previos y aprendizaje significativo** (Moreira, 2012). En este texto se proponen organizadores previos como recurso instruccional que facilita el aprendizaje significativo, de manera que, se encuentran aspectos relevantes que posibilitan construir una ruta de enseñanza – aprendizaje en la propuesta pedagógica planteada acorde con la psicología constructivista.
- **Aprendizaje significativo como un referente para la organización de la enseñanza** (Moreira, 2012). El documento resalta los postulados centrales de la perspectiva clásica de la teoría del aprendizaje significativo de David Ausubel, este documento permite comprender la conceptualización que se tiene del aprendizaje significativo.
- **Aprendizaje Significativo Un asunto de subjetividad e interacción en el aprendizaje** (Garita, 2001). En este texto se plantea la importancia de la subjetividad como clave y motor en los aprendizajes significativos para la construcción de significados de este modo,

se rescata en el documento la importancia de las experiencias y vivencias que vive cada uno de los sujetos para la construcción de su propio conocimiento.

De modo que, los artículos mencionados, orientan este trabajo en aspectos pedagógicos importantes que facilitan la creación y organización de rutas y mecanismos que permiten alcanzar el aprendizaje significativo tales como la adecuación en los contenidos, actividades apropiadas, participación y motivación en los estudiantes entre otros aspectos que contribuyen en la enseñanza de la Física desde un enfoque significativo.

Igualmente, se encuentran elementos que permiten estructurar la propuesta pedagogía planteada, tales como la importancia de la interacción con el ambiente cultural, el valor de conocer las concepciones que tienen los sujetos y, la significación de concebir organizadores para el aprendizaje. Lo anterior potencializa el valor de la propuesta pedagógica planteada en el documento ya que, esta se recoge en la importancia de concebir el contexto sociocultural y, la experiencia misma para la construcción de conocimiento.

Por otro lado, las discusiones que se tienen referente a la aplicabilidad de los conceptos Físicos hidrodinámicos posibilitan revisar una serie de trabajos importantes, en los que se observa la importancia de construir ‘prototipos’ para garantizar un pleno aprendizaje de los conceptos y teorías. Los referentes hallados son los siguientes:

- **Estrategias para favorecer el aprendizaje significativo de la dinámica de fluidos en los estudiantes del grado décimo del colegio madre Elisa Roncallo** (Ruiz , 2015). En este trabajo de grado se propone contribuir al aprendizaje significativo con el Principio de Bernoulli y la Ecuación de Continuidad, de modo que, aporta significativamente en temas disciplinares y pedagógicos ya que, estudia temas afines y tratados a lo largo del documento como lo es el caso del aprendizaje significativo y la ecuación de continuidad.
- **Propuesta de enseñanza en la asignatura de Física: un facilitador de aprendizaje en la mecánica de fluidos para alumnos de enseñanza media** (Guzmán, 2019). En esta tesis se tiene como objetivo diseñar una secuencia didáctica en la Enseñanza Media, que permita que los estudiantes construyan, de manera colectiva, conocimiento científico relacionado con la mecánica de fluidos en el área de la física de manera que se encuentran aspectos de

tipo disciplinar como lo es el caso del número de Reynolds, ecuación de continuidad y fluidos en movimiento entre otros aspectos importantes en la mecánica de fluidos.

En estos trabajos se profundiza al respecto de la enseñanza de la Ecuación de Continuidad, el número de Reynolds y, la velocidad de un fluido con metodologías de aprendizaje significativas que permiten la comprensión de los conceptos y la teoría, mediante estrategias pedagógicas que fomentan el interés de los estudiantes.

Capítulo II: Marco teórico

En este capítulo se le brindará al lector aspectos importantes que caracterizan la conceptualización que se tiene respecto a la educación formal, no formal y al aprendizaje significativo, como la parte central que sustenta el fundamento pedagógico que acoge esta investigación. Además, en este apartado se explica los componentes teóricos disciplinares que se requieren para la comprensión de los conceptos tratados y, por tanto, para la construcción del prototipo hidrodinámico planteado en la cartilla didáctica.

Para el desarrollo e implementación de esta propuesta pedagógica es de gran importancia que quienes hagan uso de ella estén familiarizados con los conceptos fundamentales de la hidrodinámica, tales como: la ecuación de continuidad, el número de Reynolds y pueda desarrollarse la cartilla propuesta de su aplicación a la construcción y uso del prototipo diseñado.

2.1. Marco teórico pedagógico

En el marco teórico pedagógico se profundizará respecto a la conceptualización que se tiene de la educación formal y no formal y referente a sus prácticas educativas, de manera que, se encuentran metodologías de enseñanza y aprendizaje planteadas desde el aprendizaje significativo. Estas como se verá a continuación favorecen significativamente el proceso de aprendizaje de los sujetos. Desde ahí, se enfatizará en el aprendizaje significativo y la importancia de promoverlo en la construcción de elementos conceptuales y matemáticos.

2.1.1. Enseñanza de la física en contextos de educación formal.

En la Ley 115 General de Educación, se entiende por educación formal aquella que se imparte en establecimientos educativos aprobados, en una secuencia regular de ciclos lectivos, con sujeción a pautas curriculares progresivas, y conducente a grados y títulos (pg. 11).

Aunque, la educación formal en Colombia ha venido transformándose de acuerdo con las políticas educativas, “la escuela no pierde de vista sus metodologías de enseñanza y aprendizaje: currículos estandarizados, clases obligatorias, división de edades, memorización, sistema de premios y castigos y, la limitación en el tiempo para la construcción de conocimiento que, llevan al estudiante a caer en un estado de desinterés frente a su propio proceso de aprendizaje” (Doin, 2012, 42m 23s).

En la enseñanza de la Física se evidencia que el estudiante no encuentra un significado lógico y sustancial entre la simbología, los procesos algebraicos y, los conceptos asociados a las mismas (Fernández et al., 2009). Al disponer de poco tiempo los maestros tienden a caer en prácticas educativas expositivas y magistrales en las que sin intención se memoriza al pie de la letra cada una de las ecuaciones.

Sin embargo, cabe precisar que estas prácticas educativas han sido replanteadas en algunas instituciones de educación formal pues, por un lado, algunas escuelas estructuran propuestas pedagógicas centradas en la psicología constructivista puesto que, brindan experiencias que posibilitan al alumno construir su realidad a partir de la experiencia, opinar, expresarse e intercambiar ideas. A este tipo de propuestas, se suman instituciones formales como la escuela Pedagógica Experimental, el Instituto Pedagógico Nacional, entre otras instituciones que continuamente están transformando el papel de la enseñanza.

No obstante, se evidencia que los estudiantes de algunas instituciones educativas formales se encuentran alejados de su ambiente cultural desde el momento en que cruzan las puertas institucionales pues, una vez entran a la escuela son olvidadas en términos de aplicabilidad de conocimiento las necesidades colectivas como sociedad. Trilla (1993) plantea una serie de cuestionamientos sobre las dinámicas que se dan en la escuela formal y la relación que guarda este sistema educativo con el ambiente sociocultural, lo que permite plantear dos modelos de pedagogía escolar desde las prácticas educativas que las instituciones de educación formal admiten para

alcanzar sus contenidos. Así pues, denomina dos tipos de escuela; la clausurada o centrípeta y la progresista, en las cuales señala que se fundamentan bajo concepciones pedagógicas y metodológicas totalmente diferentes cuando se intenta relacionar escuela-medio.

En este apartado se hace énfasis respecto a la primera, la cual se aproxima a la educación formal. La escuela clausurada y centrípeta se caracteriza por ser un espacio aislado del exterior, entendiendo por exterior las dinámicas sociales, políticas y culturales que se dan en el contexto sociocultural donde el estudiante crece y se relaciona. Por tanto, se limitan los objetivos de enseñanza y aprendizaje a descriptores educativos que circunscribe el aprendizaje y la enseñanza a la simple transcripción de información más que a la comprensión misma de los conceptos, sin embargo, cabe resaltar que lo anterior se debe al limitado tiempo que se tiene para la enseñanza. La escuela clausurada y centrípeta, como lo menciona Trilla (1993), limita el aprendizaje del estudiante en cuanto se fijan objetivos sin relación alguna a las necesidades de su contexto cultural, lo que impide que el estudiante explore y analice otras perspectivas de comprender los conceptos y elementos de un área en particular. Asimismo, se caracteriza por sus prácticas educativas que señalan a los estudiantes como sujetos vulgares y problemáticos en una sociedad con un sin fin de problemáticas sociales, donde, según Black y William (1998, citados en Trilla, 1993), los resultados son evaluados y el aprendizaje y la evolución intelectual de los estudiantes se olvida.

La rutina de los estudiantes está centrada en llegar al aula regular y sentarse a escuchar todo un discurso disciplinar, en el que se tienen prácticas de memorización de simbologías y ecuaciones. El estudiante ve en el aprendizaje de ecuaciones y resolución de problemas un proceso aburrido y de poco interés pues, no se remarca en los fenómenos estudiados y/o teorías la importancia de su aplicabilidad y la incidencia de estos en la sociedad (Fernández, et al., 2009).

Entonces, la institución olvida que un modo importante de enseñar la Física y evitar que el estudiante muestre desinterés es, aprovechando el poco tiempo que se tiene para contextualizar los problemas en relación con las necesidades del contexto social. Al respecto, Cohen (1993) menciona que:

Bacon y Descartes coincidían en uno de los objetivos de la nueva ciencia, como era el que los frutos de la investigación científica hubiesen de ser la mejora de la condición humana aquí en la tierra, atendiendo a la agricultura, la medicina, la navegación y los transportes, la comunicación, las técnicas bélicas, las manufacturas y la minería (p. 23.).

Lo anterior posibilita comprender la importancia de considerar las necesidades de una sociedad dentro del aprendizaje, como referente a la enseñanza de la Física donde los elementos matemáticos no surgen de las simples asociaciones arbitrarias de ecuaciones y simbologías. Revisar el proceso realizado por seres humanos, con habilidades y aptitudes que les posibilitaron construir, reconstruir, formular o proponer posibles formas de ver, explicar y entender el mundo conlleva a un mejor razonamiento de los fenómenos, porque la construcción de conocimiento estaría bajo un fundamento argumentativo más que mecánico y memorístico (Cohen, 1993).

La enseñanza de la Física frecuentemente se convierte en prácticas rutinarias, memorísticas, repetitivas debido al limitado tiempo del que se dispone, sin embargo, el docente siempre se encuentra en disposición de su quehacer educativo pese a las limitaciones que trae la escuela formal, tales como el tiempo, formatos y toda esa configuración sistemática que remarca en resultados cuantitativos, respecto al proceso de aprendizaje del estudiante hace de las prácticas educativas un proceso complejo porque es complicado avanzar e innovar en ellas (Vjollca, 2019).

Respecto a la enseñanza de la Física y, con base en las experiencias que se tienen de las prácticas educativas en los colegios distritales de la localidad de San Cristóbal, se evidencian perímetros y horarios establecidos para los estudiantes, con el fin de que todos se encuentren reunidos en un determinado lugar (salón y/o aula regular) y enseñar conjuntamente. Sin embargo, se les impide hablar en la mayoría del tiempo ya que el docente frecuentemente está exponiendo.

Además, se ven prácticas educativas centradas en la transcripción de capítulos completos de libros con poca retroalimentación de los contenidos, así como, la resolución de guías y talleres con preguntas y actividades predeterminadas, filtradas y encontradas muchas veces en páginas de internet. Esta situación es preocupante si se quiere llegar a un pleno aprendizaje pues, el estudiante fácilmente tendrá a la mano la resolución del problema y bastará con solo copiarlo.

Igualmente, se observan clases expositivas comúnmente llamadas clases magistrales las cuales, como lo mencionan Pujol, Fons y Gómez (1978), se dan en “un tiempo ocupado principalmente por la exposición continua de un conferenciante. Los estudiantes pueden tener la oportunidad de preguntar o participar en una pequeña discusión, pero, por lo general, no hacen otra cosa que escuchar y tomar nota” (p. 21). De manera que, el estudiante se convierte en un simple receptor de

información y, se cae sin intencionalidad en prácticas repetitivas y discursivas enfocadas en la transcripción de simbologías y mecanicismos algebraicos.

A pesar de ello, cabe resaltar que algunas metodologías están centradas en la elaboración de proyectos, de manera que, los estudiantes en algunos casos construyen prototipos con la finalidad de ir resolviendo preguntas teóricas y disciplinares que llevan a cumplir los objetivos de aprendizaje, donde la variable “tiempo” impide profundizar al respecto de su aplicabilidad y la incidencia de estos dentro de la sociedad. Por tanto, una escuela progresista, como lo denomina Trilla (1993), en la mayoría de los casos, no se puede llevar a cabo.

De este modo, el aula regular se transforma en un ambiente particular que frecuentemente exime las necesidades del contexto sociocultural, lo cual hace del aprendizaje de la Física un proceso desconectado de la realidad puesto que, es de gran importancia considerar el contexto para construir significados consecuentemente, como lo señala Garay (2011):

La evolución y estructuración del saber científico ha estado a lo largo de la historia en función de las demandas y necesidades de un determinado contexto social y cultural, comprender esto, posibilita replantear el papel de la enseñanza de las ciencias, entendiendo que la construcción de conocimiento no surge solamente de tomar notas, sino que por el contrario, emerge del cuestionamiento sobre el comportamiento de la naturaleza así como de sus dinámicas sociales y culturales. Esta perspectiva converge a entender que el aprendizaje de la Física no es la simple transcripción y memorización de ecuaciones, sino que por el contrario éstas traen consigo un componente conceptual y físico que articula y le da un sentido a cada una de las expresiones matemáticas que los estudiantes en su mayoría desprecian. (p. 55).

Encontrar una metodología de aprendizaje que lleve a comprender cada uno de los elementos conceptuales y matemáticos posibilita conocer, caracterizar y, por supuesto tener una perspectiva moderna, darle un valor a todo lo que nos rodea. Son estas sin duda alguna, las bases sólidas que permiten desarrollar el sentido crítico y constructivo de los estudiantes.

2.1.2. Enseñanza de la física en contextos de educación no formal.

La escuela en la historia socio pedagógica ha jugado un papel muy importante en la formación de sujetos pues, desde finales de los años sesenta y principios de los setenta se desató una serie de controversias, reflexiones y propuestas frente a los factores que influyen en el proceso de aprendizaje de los niños y jóvenes - crisis mundial de la educación-. Se resalta en este momento histórico que, las prácticas educativas que se admiten en la escuela formal no son las suficientes ni las únicas formas para construir significados (Pastor, 2001).

De manera que, se plantearon otros espacios o “ambientes de aprendizaje” en donde puede ocurrir la educación tales como; el ambiente familiar, el ambiente cultural, el entorno social. En virtud de ello, se entiende que la educación no sólo se da en espacios formales, es decir, que el proceso de aprendizaje está relacionado con diferentes mecanismos educativos y, por tanto, la escuela es un factor en el proceso de aprendizaje, importante y fundamental, pero no el único.

Plantear el ambiente cultural, el entorno social, la familia entre otros, como sistemas educativos que complementan el proceso de aprendizaje en general implica considerar ambientes de aprendizaje que suceden fuera de la escuela como lo es el caso de reuniones, relaciones familiares, concepciones del núcleo familiar, parques, encuentros. Así, plantear el ambiente cultural donde el aprendizaje invita a concebir intervenciones educativas no formales (Duarte, 2003).

Las intervenciones educativas no formales suceden fuera de la escuela como una buena alternativa que permite acoger y desarrollar nuevas perspectivas de concebir la construcción de conocimiento en línea con las problemáticas y necesidades sociales, familiares y, culturales. Por tanto, sus acciones se categorizan dentro de lo que la Ley General de Educación (Ministerio de Educación Nacional, 1994), en su artículo 36, define como:

Aquella que promueve con el objeto de complementar, actualizar, suplir conocimientos y formar en aspectos académicos o laborales sin sujeción al sistema de niveles y grados establecidos el perfeccionamiento de la persona humana, el conocimiento y la reafirmación de los valores nacionales, la capacitación para el desempeño artesanal, artístico, recreacional, ocupacional y técnico, la protección y aprovechamiento de los recursos naturales y la participación ciudadana y comunitaria. (p. 15).

Lo anterior permite caracterizar la educación no formal como aquella que acoge determinados subgrupos de niños, jóvenes, e incluso adultos con el fin de complementar su formación personal y profesional, mediante conversatorios, talleres, cursos, exposiciones, etc. que posibilitan y potencializan el autoaprendizaje. Las actividades que se desarrollan en esta modalidad educativa se dan fuera del marco institucional formal y en entornos educativos diferentes a la escuela. Su finalidad no se centra en alcanzar grados de escolaridad como lo es el caso de la educación formal, por tanto, funciona bajo criterios diferentes y maneja una estructura social distinta que rompe con los parámetros institucionales y metodológicos que se establecen dentro la escuela (Trilla, 1993).

Por otro lado, la educación no formal posibilita el desarrollo de alternativas diferentes que consolidan y refuerzan campos de conocimiento en pro de la sociedad. Está permeada por las

problemáticas socioculturales, es la comunidad con la que diariamente compartimos, la que quizás necesita reforzar ciertos temas que la escuela no alcanza a abordar. Sin embargo, cabe resaltar que la educación formal y no formal se deben tomar como un complemento una de la otra, que permiten el desarrollo de conocimiento y habilidades que favorecen el desarrollo integral del sujeto.

Como profesionales de la educación debemos hacer asequible a la comunidad los conocimientos aprendidos, ya que, a partir de su adquisición se puede ayudar (como medio) a combatir la pobreza y las condiciones de inequidad (Guzmán, 2019). De este modo, a partir de proyectos y propuestas se puede aportar a la sociedad y facilitar a determinadas poblaciones espacios donde puedan potencializar el propósito de sus vidas. Esto, no sólo estimula cognitivamente a los miembros de la comunidad, sino que simultáneamente desarrolla en ellos un pensamiento crítico y constructivo ante la realidad que experimentan.

Tomando como referencia los sistemas educativos de educación no formal ya fuertemente estructurados se tienen (en el caso de Bogotá) los museos, Maloka Museo Interactivo, Planetario, Cinemateca Distrital y otros escenarios educativos de educación no formal. Son referencias de metodologías pedagógicas altamente constructivistas y significativas diseñadas especialmente para los niños, jóvenes y adultos que buscan reforzar, a modo de complementariedad, lo que se ve en la educación formal (arte ciencia, tecnología, investigación, cultura, etc.).

Las prácticas educativas están acompañadas de este tipo de escenarios interactivos en el que el sujeto participa activamente en la construcción de su conocimiento. Ejemplificando esto, se toman como modelo las dinámicas pedagógicas que acoge el Planetario de Bogotá (ubicado en el centro de Bogotá y fundado en 1969). En este espacio, se promueve y divulga la Astronomía, la Astronáutica, las ciencias del espacio y, en general se encarga de la difusión y construcción de la cultura científica mediante actividades que se aproximan a la cotidianidad. El Planetario de Bogotá, según Cuervo (2016), “pretende ser la herramienta para mostrarle al público, conceptos científicos en forma comprensible y significativa, y así potenciar la enorme cualidad que tienen la astronomía y las ciencias del espacio para motivar a la niñez y, a la juventud en la apreciación de la ciencia, la tecnología, el arte y la cultura” (p. 4).

En este contexto se aprende con exposiciones de galerías, juegos interactivos, shows laser, cosmo relatos, talleres, cursos, domo interactivo, softwares especializados, entre otros recursos

pedagógicos que hacen del aprendizaje un proceso sustancial y significativo pues, las personas que frecuentan estos espacios aprenden a través de la experiencia misma y, de los problemas contextualizados ya que, se les permite interactuar con historias y leyendas, que narran y cuentan la historia de algunos sucesos. Las personas que frecuentan este espacio buscan complementar sus concepciones previas ya que, en el sistema educativo formal asimilaron aspectos y, elementos conceptuales y matemáticos asociados a los fenómenos que se observan en el planetario.

También, este escenario cuenta con la participación de personas que se encuentran interesadas en la cultura científica y, con la participación de escuelas que la promueven. Este tipo de proyectos educativos, son desarrollados en la medida que se plantea todo un fundamento social, cultural, pedagógico, metodológico, administrativo y económico que debe ser avalado por el Ministerio, ya que la financiación de la mayoría de estos espacios está dada esta institución.

Paralelo a ello, se tienen espacios de educación no formal un poco más limitados respecto al anterior, pero manejan la misma dinámica respecto a la metodología de enseñanza y aprendizaje, los cuales son abiertos mediante la aprobación de proyectos pedagógicos y culturales por parte de las diferentes Alcaldías de Bogotá. Desde ahí, se destinan recursos públicos para el desarrollo de estos. Se tienen espacios de educación no formal que son abiertos por interés propio de agentes culturales, como lo es el caso de maestros en formación, movimientos sociales, entre otros.

Cada uno de estos espacios busca incidir significativamente en las dinámicas sociales y culturales mediante iniciativas que promueven la construcción de conocimiento en diversas áreas y sentimiento hacia el bien común. Sin embargo, cuando se habla de abrir este tipo de escenarios educativos, se hace necesario recurrir a las casas culturales y salones comunales para poder desarrollar las experiencias pedagógicas propuestas.

Este último contexto es de interés para la presente propuesta, donde se busca evitar la deserción escolar, capacitar y, fomentar el interés hacia el autoaprendizaje manteniendo prácticas educativas significativas para quienes asisten. La importancia de trabajar con este tipo de metodologías de aprendizaje significativo (construcción de prototipos, participación, investigación, proyectos, etc.) radica en que se evita el aprendizaje repetitivo y memorístico, dando origen a que la capacidad recupere información y de que no sea un asunto de memorización (Trilla, 1993).

2.1.3. El aprendizaje significativo en la enseñanza de la física en escenarios educativos no formales.

Las dinámicas que se dan en la escuela formal y no formal invitan a plantear una función de complementariedad entre las prácticas educativas que se admiten en estos dos sistemas educativos ya que, como se ha discutido hasta el momento en la formalidad, se admiten - en la mayoría de los casos-, metodologías de aprendizaje que limitan la construcción de conocimiento, enfocándose únicamente en ciertos objetivos de aprendizaje debido al limitado tiempo que se tiene. Mientras que, la educación no formal, por el contrario, se promueven metodologías de aprendizaje significativas que incitan a los sujetos a conocer con profundidad sus áreas de interés.

De este modo, sirve como un escenario de complementariedad en el que se busca alcanzar conceptualizaciones que la educación formal no alcanza a tratar. Así incentivar prácticas educativas que vayan más allá de lo rutinario, lo memorístico y repetitivo, como desafortunadamente si ocurre con frecuencia en los sistemas educativos convencionales, posibilita comprender sustancialmente las conceptualizaciones que se hagan respecto al conocimiento.

En esta parte del documento se presentan aspectos relevantes para alcanzar un aprendizaje significativo en los estudiantes ya que, como se ha dicho antes este aprendizaje permite la construcción de conocimiento de una manera sustancial y no al pie de la letra. El aprendizaje significativo es definido como el mecanismo humano por excelencia que no solo permite adquirir y almacenar información con mayor durabilidad, sino que además comprende la adquisición de nuevos significados (Ausubel, 1976).

Por tal motivo, para generar este tipo de aprendizaje, es de gran importancia poner en consideración dos aspectos: la intencionalidad y la sustancialidad. El primero se caracteriza por la disposición que adquiere el estudiante para aprender a aprender y relacionar intencionalmente la información que posee con la que se está comprendiendo, es decir, el estudiante debe ser autónomo de su proceso de aprendizaje, pero ¿Cómo lograr que un sujeto sea autónomo en su aprendizaje?

El estudiante es autónomo cuando es consciente de la importancia del aprender y del conocer en un contexto social y cultural que ha venido funcionando de manera desarticulada y, con un sinfín de problemáticas y necesidades. Aunque, sobre todo cuando tiene noción de que las necesidades

sociales se solucionan con la adquisición de conocimiento y su aplicación en contextos concretos (González, 2011). De manera que, el objetivo del docente debe estar centrado en contextualizar dichos conocimientos y/o contenidos que el estudiante está aprendiendo.

Mientras que, en el segundo aspecto, la sustancialidad, es de gran importancia hacer énfasis en la manera en que los estudiantes construyen conocimiento dirigiendo esta metodología para tener en cuenta la manera como son expuestos y desarrollados los contenidos programáticos. Se dice que el aprendizaje es sustancial en cuanto existe una relación entre las ideas previas y la extracción de ideas principales de un tema en particular (Palomino, 1996).

El estudiante construye una red de conocimiento en el que puede diferenciar y relacionar toda la información recibida en su estructura cognitiva. Para ello, es importante contar con materiales potencialmente significativos que motiven e interesen al estudiante en su aprendizaje (Rodríguez, 2004). Dichos elementos que se consideren como herramienta para potencializar el aprendizaje del estudiante deben tener un significado lógico, es decir, la información, conceptualización y/ o tema en general que se quiera comunicar, con el material que se admite dentro de las prácticas pedagógicas, debe ser relacionable con las ideas previas del estudiante de manera no arbitraria.

A partir de lo anterior, surge una pregunta ¿Cómo determinar esos conocimientos previos del estudiante? Para responder a esta inquietud, el docente debe reconocer cuáles son los antecedentes educativos. Es decir, debe distinguir el ambiente cultural y el marco educativo en el cual el estudiante se encuentra inmerso pues, como se ha reflejado en este texto el ambiente cultural forma parte de un sistema educativo que constantemente está formando al sujeto, de manera que, el docente debe mostrar interés en reconocer los gustos e intereses de cada uno de los estudiantes mediante el diálogo y/o conversatorios, entre otros.

Es necesario particularizar el contexto social, localidad, estrato, grado de vulnerabilidad, con el fin de relacionar en un todo sus pretensiones, conocimientos y deseos y, ponerlos en función de lo que se quiere enseñar. Una de las tantas formas de identificar los antecedentes educativos o ideas previas que los estudiantes poseen, está en la utilización de los descriptores educativos que plantean los colegios en general para alcanzar los objetivos de aprendizaje previamente diseñados. Estos posibilitan reconocer los conocimientos, contenidos, estrategias metodológicas, criterios de evaluación, planes de mejoramiento de los que dispone el docente, así como las competencias y

habilidades de pensamiento que un estudiante debe tener. Sin embargo, esto no significa que el estudiante deba tener estos conocimientos 'requeridos' pero, puede brindar al docente un panorama general de la información que posee.

No obstante, se debe tener en cuenta que existen otros factores que determinan el proceso de aprendizaje de los sujetos pues, conocer los descriptores educativos no implica que el docente conozca en si todas las concepciones previas que el estudiante tiene puesto que, su conocimiento no solo se recoge en el escenario institucional formal. Por tanto, se deben promover espacios de discusión que permitan evidenciar el nivel de comprensión que tienen los estudiantes frente a un tema determinado.

Sumado a lo anterior, reconocer al estudiante como un sujeto que se encuentra enmarcado en un sistema social y cultural ayuda en este proceso, porque permite dar a conocer una de las partes fundamentales que forma e integra a un sujeto, su cotidianidad y ambiente cultural que, como se dijo anteriormente, es el sistema educativo global que forma e integra al estudiante como sujeto dentro de la sociedad (Trilla, 1993). Este sistema permite afianzar relaciones personales adquirir experiencias significativas y construir conocimientos que le dan la posibilidad de construir en conjunto las interpretaciones del mundo físico.

Por tanto, el maestro debe tener la capacidad de reconocer ese contexto social en donde va a desarrollar la propuesta pedagógica ya que, ésta sería el puente principal para establecer una relación entre la simbología o lenguaje formal de la ciencia y el lenguaje natural del estudiante. Desafortunadamente, este proceso pedagógico no es ampliamente trabajado dentro de un salón de clase, por lo cual, es necesario que mediante la complementariedad que se da entre la educación formal y no formal se sigan promoviendo metodologías de enseñanza y aprendizaje fundamentados desde lo significativo, en donde se dote a los estudiantes de argumentos y herramientas necesarias para construir su conocimiento, sin dejar de lado, sus gustos e intereses.

En este sentido, convendría seguir fomentando y promoviendo el aprendizaje significativo en la educación no formal y, con esto me refiero, a poner en funcionamiento la intencionalidad y sustancialidad en el aprendizaje, tanto individual como grupal, dentro y fuera del aula, relacionando la simbología de una manera sustancial en la que el estudiante interiorice cada símbolo y le dé un significado físico.

Teniendo siempre en cuenta que el aprender Física no es el manejo de ciertos algoritmos que se deben aplicar a ciertos problemas para obtener ciertos resultados, sino que debe permitir la búsqueda de explicaciones (Palomino,1993). De esta forma, se puede argumentar que la comprensión de los conceptos y simbologías asociados a la Física depende en principio de dos variables: las experiencias significativas (que se relacionan con lo que se observa y se vive) y la metodología de enseñanza-aprendizaje.

2.2. Marco Teórico Disciplinar

En este apartado se abordará los elementos conceptuales sobre las ecuaciones asociadas a la Ecuación de Continuidad y el número de Reynolds –aspectos fundamentales de la hidrodinámica– con el fin de contextualizar los elementos importantes de la propuesta pedagógica planteada en el capítulo III. Para esto, se propone la hidrodinámica en esta investigación porque se muestra en las prácticas educativas que los jóvenes tienen dificultades en el aprendizaje de ecuaciones asociadas a las características de los fluidos en movimiento.

Del mismo modo, se ha evidenciado que la sociedad tiende cada vez y con mayor intensidad la necesidad de ahorrar el agua, la reutilización de ésta, después de algunos procesos como el de lavado de ropa en máquinas o la que proviene de la lluvia, entre otras, por ende, es fundamental la creación y el uso de mecanismos adecuados para poder realizar esta acción de manera práctica (Bazant, 2003). Con esto, se propone buscar un puente significativo entre el aprendizaje de temas particulares que trata la hidrodinámica y lo que se puede construir y alcanzar con las mismas.

De forma que, el estudiante pueda comprender que su aprendizaje no está centrado en la repetición y memorización de ecuaciones y teorías si no que por el contrario tiene un propósito dentro de su contexto social ya que, la construcción de conocimiento y por tanto su aplicabilidad permite subsanar diferentes necesidades que tienen sus propias comunidades.

En esta propuesta, los estudiantes podrán comprender los elementos asociados al sistema hidrodinámico desde la experiencia misma ya que, la construcción del prototipo hidrodinámico lleva al estudiante a cuestionarse frente a las variables y magnitudes que caracterizan el sistema. Así, los jóvenes concebirán la física no como simples asociaciones arbitrarias de símbolos y

ecuaciones sin sentido sino como asociaciones que expresan, reflejan y permiten la construcción de prototipos que ayudan a las necesidades de un contexto en particular (Rodríguez, 2009).

En este documento el prototipo será entendido, como lo menciona Lafuente y Cancela (2010), como “una propuesta abstracta que aguarda un mundo ideal donde arraigarse, sino una invitación a compartir el mundo común que produce” (p. 18). Es decir, un prototipo es el diseño de un sistema que permite la demostración de algunos hechos.

2.2.1. Mecánica de fluidos.

La mecánica de fluidos, en opinión de White (2003), se ocupa del estudio de los fluidos en movimiento (fluido-dinámica) o en reposo (fluido-estática), de modo que:

El campo de la mecánica de fluidos es amplio pues, existen diferentes sistemas en el que los fluidos son los protagonistas como lo es el caso de la respiración, el flujo sanguíneo, la natación, los ventiladores, las turbinas, los aviones, barcos, ríos, molinos de viento, las tuberías, los misiles, icebergs, motores, chorros y aspersores (p. 3).

Lo anterior posibilita comprender que las ecuaciones que son utilizadas y trabajadas en los diferentes escenarios educativos tienen una verdadera aplicación e incidencia dentro de todo un contexto sociocultural de manera que, convendría trabajarlas desde estas perspectivas pues, como se ha mencionado con anterioridad sería un aprendizaje menos repetitivo y más sustancial.

El inicio del estudio de la mecánica de fluidos se sitúa a mediados de los siglos XVII y XIX en una época de descubrimientos fundamentales y de numerosas aplicaciones, de manera que, se pensaban algunas estructuras que facilitarían las funciones del hombre como lo era en principio del alcance del agua, sin embargo, la diversidad de fluidos complicaba la construcción de éstas.

Se dispone de un conjunto de leyes de conservación ya fundamentadas para ese momento y con ellas un tratamiento teórico muy riguroso, de modo que, para el estudio de los fluidos se deben considerar ciertas idealizaciones que seguramente en la mayoría de los casos no resultan o no son válidas en la práctica ya que, el estudio teórico resulta un poco complejo. Los dos tratamientos que dificultan el estudio de la mecánica de fluidos es, como lo menciona White (2003), la geometría y la viscosidad.

Desde el campo de la geometría resulta difícil considerar configuraciones geométricas arbitrarias por lo que se trabaja con placas laminares planas, áreas concéntricas, superficies circulares y otras geometrías sencillas y aplicables, ahora bien, respecto a la viscosidad se simplifican los problemas cuando esta es despreciable en algunos fluidos idealizados. La mecánica de fluidos puede ser abordada como lo refiere White (2003) desde dos perspectivas: (1) realizando una descripción detallada del flujo en cada punto (x, y, z) del campo fluido o (2) trabajando con una región finita del espacio; realizando un balance entre el fluido que entra y que sale de ella, y determinando los efectos netos, como la fuerza o el momento sobre un cuerpo o el cambio de energía total.

Sin embargo, en este trabajo el análisis de los resultados se realizará a partir del análisis integral o de volumen de control la cual corresponde a la segunda perspectiva mencionada por White (2003). Por ello, se recordará la importancia de considerar el sistema como una cantidad fija de masa que pasa por un tubo recto y la masa del sistema se conserva y no cambia.

2.2.2. Ecuación de continuidad.

En consecuencia, se busca encontrar una estimación de los efectos globales del flujo volumétrico o caudal Q o el flujo másico m que atraviesa una superficie recta, de modo que, es importante comprender en primer lugar lo que puede expresar la ecuación de continuidad; aunque, es importante imaginarnos, antes que nada, el mecanismo de distribución del agua en la casa ¿De dónde viene? ¿Cómo llega a la ducha? ¿Cómo llega a la cocina? ¿Cómo llega al baño? una vez lo pensemos se nos vendrá a la cabeza seguramente un tanque como sistema que permite la distribución de agua ya que, en la mayoría de los hogares se dispone de uno. En este trabajo se tendrá la siguiente interpretación del sistema que almacena y distribuye el agua (Figura 1).

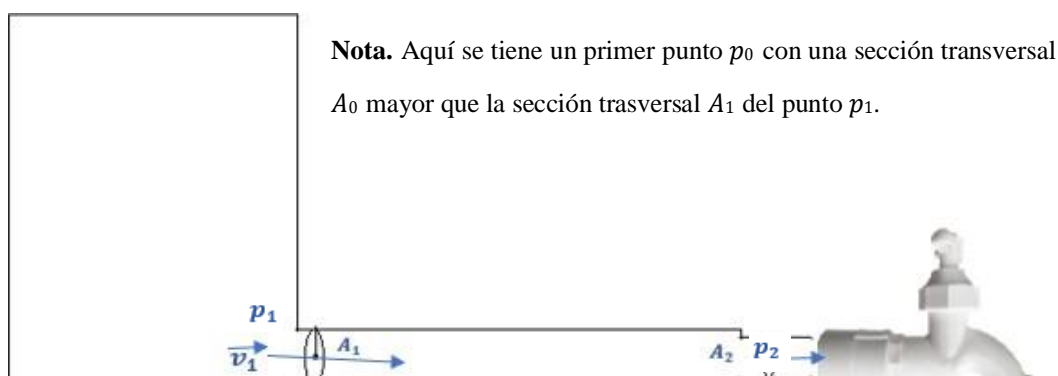


Figura 1. Prototipo hidrodinámico (vaciado de un tanque).

Fuente: elaboración propia.

Teniendo en cuenta la figura 1, podemos inferir que el agua está almacenada en un tanque y, sale cuando se abre la llave, sin embargo, vamos a dejarnos llevar por nuestra curiosidad y nos preguntaremos respecto a ¿Como es el movimiento del agua? ¿En cuánto tiempo se vacía el tanque? ¿Es posible almacenar más agua? ¿Cuál es el volumen de fluido que pasa por una sección transversal A por unidad de tiempo? Estos cuestionamientos permiten tener un panorama más sobre la distribución del agua en la casa ya que, a partir de la búsqueda de explicaciones que dan respuesta a este tipo de preguntas, nos aproximamos al lenguaje científico que explica el sistema.

El sistema (Figura 1) consta de un tubo de PVC con una sección transversal A_1 por donde un fluido (agua) circula con una velocidad constante v_1 , así mismo, se observa una sección transversal A_2 por la que pasa o sale el fluido con una velocidad correspondiente a v_2 , es decir, que existen dos secciones transversales A_1 , A_2 con dos velocidades v_1 , v_2 cada una de ellas distinta pero, ¿Porque se dice que la velocidad es distinta? la velocidad v , en este caso es una magnitud que varía respecto a la sección transversal, entre menor es el A mayor es la velocidad del fluido y viceversa. Esta relación fue obtenida por Leonardo da Vinci en 1500 (White, 2003).

Ahora, se tiene una conceptualización teórica de la velocidad del fluido en cada punto, sin embargo, se espera que en la propuesta pedagógica planteada en el capítulo III los estudiantes comprendan estas conceptualizaciones a partir de la experiencia misma pues, en la construcción que se hace de este prototipo se sugiere que el docente enfatice en los factores que influyen o intervienen en la dinámica y/o funcionamiento del sistema tales como áreas, diámetros, etc. Asimismo, se recomienda resaltar la importancia del uso de estos prototipos para la distribución del agua en el hogar para relacionar las concepciones que se tienen frente a la distribución de agua y las variables que intervienen en el funcionamiento de este.

El aprendizaje de la relación de proporcionalidad que existe entre la sección transversal y la velocidad del fluido se completa a partir de lo que se evidencia pues, una vez se construya el prototipo se llegará a estos análisis. Sin embargo, la cuestión está encaminada en conocer la magnitud de cada velocidad con el fin de que el estudiante conozca numéricamente el valor de cada una de las velocidades y compruebe si las convicciones que se tienen de la relación de proporcionalidad en el sistema son certeras.

De modo que, se necesitará considerar la ecuación de continuidad con el fin de conocer el valor de la velocidad del fluido ya que, como se verá más adelante la velocidad (v) estará dada en términos del caudal, sin embargo, aunque estimar esta ecuación implique todo un proceso algebraico el docente debe explicar la relación de proporcionalidad entre cada paso que se da, con el fin de que los jóvenes comprendan el porqué de dichas correlaciones.

La ecuación de continuidad nos dice que la conservación de la masa del fluido a través de dos secciones (sean éstas A_1 y A_2) de un conducto (tubería) establece que la masa que entra es igual a la masa que sale, es decir que ésta es el resultado de aplicar el principio de conservación de la masa al flujo de un fluido (Jou, Llevo y Pérez, 1994). De esta manera, en el punto 1 durante un tiempo infinitesimal dt la masa del fluido que pasa a través del área A_1 es:

$$dm = \rho A_1 v_1 dt \quad [1]$$

Consideración: $\rho = \frac{M}{V}$ donde ρ es la densidad y V el volumen

Y en el punto 2 durante un tiempo infinitesimal dt la masa del fluido que por el área A_2 es:

$$dm = \rho A_2 v_2 dt \quad [2]$$

La igualdad de ambas ecuaciones y la solución de éstas nos permiten llegar a la ecuación de continuidad la cual es expresada como:

$$A_1 v_1 = A_2 v_2 \quad [3]$$

El producto Av corresponde al caudal Q del fluido que circula por el tubo de modo que la ecuación [3] equivale a plantear la constancia del caudal:

$$Q = Av \quad [4]$$

Sin embargo, el caudal se puede comprender desde una perspectiva volumétrica teniendo en cuenta, que a través del tubo pasa una cantidad volumétrica de líquido por unidad de tiempo de manera que se puede considerar la siguiente ecuación.

$$V = Al \quad [5]$$

Donde l : es igual a la distancia que recorre el líquido por unidad de tiempo. Donde V : es igual al volumen que ocupa el líquido. Por tanto, tenemos que:

$$V = Avt; \quad \frac{V}{t} = Av \quad [6]$$

Consideración: $l = vt$ expresión básica de movimiento

De este modo, sustituyendo los términos de la ecuación [6] en la ecuación [4] se llega a la siguiente expresión del caudal:

$$Q = \frac{V}{t} \quad [7]$$

Se sugiere mostrar a los jóvenes el paso a paso para llegar a esta ecuación con el fin de que adquieran la habilidad de despejar ecuaciones y darles un sentido a los procesos algebraicos ya que cada relación que se hace permite comprender la dinámica del sistema, para esto los docentes podrán abordarlas mediante gráficos que representan las ecuaciones. Ejemplificando lo anterior, se tiene en el caso de la ecuación [5] la siguiente imagen (Figura 2).

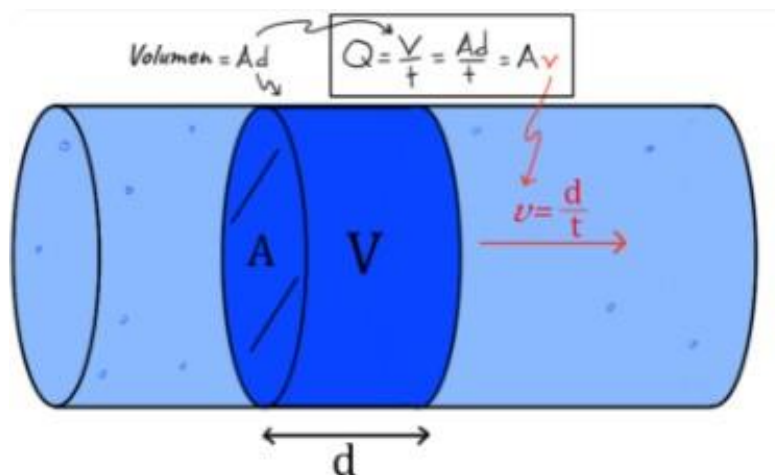


Figura 2. Ejemplificación gráfica de ecuación.

Fuente: khanacademy.org.

Nota. En esta imagen el estudiante podrá comprender a través de lo que observa y construye la relación que se da en la ecuación [5] y, por tanto, su aprendizaje será significativo y menos repetitivo.

Lo anterior permite contextualizar al docente y al estudiante frente a las expresiones que se van a utilizar en la propuesta al mismo tiempo que, orientar al docente frente a la metodología de enseñarlas. A partir de ahí, se sugiere además de utilizar representaciones gráficas, esquemas y el prototipo, contextualizar a los estudiantes en la importancia de construir este tipo de artefactos

posibilitando así que el estudiante reconozca la necesidad e importancia de aprender sobre hidrodinámica pues, en este aprendizaje podrá concebir formas de aplicar su conocimiento.

En consecuencia, desde el aprendizaje de algunos conceptos asociados a la hidrodinámica se puede contribuir con las necesidades de un determinado contexto, de manera que, a modo de ejemplo se tiene que el manejo y comprensión de las magnitudes asociadas a este sistema en particular permiten a la comunidad, en general, a preservar el agua ya que se pueden construir prototipos que facilitan estas acciones. Por eso, con la experticia que se tenga del manejo de estas magnitudes y de otras se puede lograr construir maquinas mucho más potentes.

En otro orden de ideas, para los problemas planteados en la cartilla es necesario hacer uso en primer lugar de la ecuación [7], porque los únicos datos que tenemos es el volumen y el tiempo (el cual será medido por los estudiantes). Sin embargo, una vez se tengan el dato del caudal en las dos secciones transversales **A1**, **A2** se podrá encontrar la velocidad con el despeje de la ecuación [4]. Igualmente, se podrá hacer el respectivo análisis y retroalimentación de la relación de proporcionalidad entre las secciones transversales y la velocidad.

2.2.3. Número de Reynolds.

Ahora bien, para contextualizar respecto al número de Reynolds es necesario recordar, como se mencionó anteriormente que no todos los fluidos tienen la misma velocidad pues, esta varía de acuerdo con ciertos factores tales como el área transversal y del volumen, de manera que, es indispensable caracterizar el movimiento de cada fluido.

De acuerdo con Jou et al. (1994) existe una magnitud adimensional denominada número de Reynolds cuyo valor sirve para determinar si un flujo es laminar o turbulento por lo cual, el flujo de un fluido (movimiento de un fluido), permanece constante siempre y cuando las partículas del líquido no tengan un componente de la velocidad perpendicular a la dirección del flujo. Estos elementos son los que permiten designar al movimiento como un flujo laminar

No obstante, existen casos en que el fluido es perturbado por la diferencia de presiones que existen entre los extremos de la tuberías y por tanto, el fluido alcanza una mayor velocidad que lo hace inestable convirtiéndose así, en un flujo turbulento, en este tipo de flujo se desarrollan

componentes de la velocidad perpendiculares al flujo neto de fluido, estableciéndose un flujo neto de momento por todas las zonas del tubo (Jou et al.,1994).

El número de Reynolds nos permite tener una concepción sobre la dinámica del flujo con el que se está trabajando en un determinado prototipo y/o buscar el flujo ideal para alcanzar ciertos objetivos. Este número es expresado mediante la siguiente ecuación:

$$Re = \frac{\rho v d}{\mu}$$

Donde:

Re = número de reynolds

ρ = densidad del fluido, (***kg/m³***)

d = diametro de la tubería (***m***)

μ = viscosidad $\frac{N \cdot s}{m^2}$

Sin embargo, para la enseñanza de esta magnitud es importante analizar cada una de las magnitudes que estructuran la misma ya que, la densidad, la velocidad y la viscosidad del fluido son determinantes al igual que el diámetro de la tubería en el resultado del número de Reynolds y por tanto en la caracterización del fluido. Se dice entonces que:

Si ***Re* < 1000**, el flujo es laminar.

Si **1000 < *Re* < 1500** el flujo es inestable (no se puede saber si es laminar o turbulento). Si ***Re* > 1500** el flujo es turbulento.

Considerar el número de Reynolds dentro de este trabajo permite que los estudiantes puedan diferenciar matemáticamente y evidenciar la diferencia entre los distintos tipos de flujo, sin embargo, en la propuesta planteada se comprenderá el flujo laminar pues, se necesita un sistema mucho más estructurado para poder evidenciar el flujo turbulento.

Capítulo III: Propuesta pedagógica

La reflexión que se hace en los capítulos anteriores respecto a la educación formal y no formal y referente al aprendizaje significativo, permiten plantear una propuesta pedagógica que sirve como complemento para jóvenes de grado décimo interesados en reforzar las dificultades de comprensión que tienen respecto algunos conceptos asociados a la hidrodinámica (ecuación de continuidad, número de Reynolds). Además, porque se sienten atraídos por aplicar estos en su contexto social o familiar.

Esta propuesta está desarrollada para ser aplicada en contextos de educación no formal, bajo el argumento de que en estos espacios los jóvenes asistirán por el interés que muestran hacia la física y, por supuesto, por querer aprender. Por tanto, se cumpliría con uno de los factores importantes que caracterizan el aprendizaje significativo ‘la intencionalidad’ del estudiante por el querer aprender y construir sus saberes de forma individual y conjunta.

Sin embargo, hablar de un espacio de educación no formal para la implementación de la cartilla - de la cual se discutirá más adelante-, dispone de una cuestión en particular ya que, el docente que emplee esta herramienta tendrá la misión de gestionar la apertura del espacio. En este sentido, se recomienda recurrir a espacios ‘públicos’ como los son los salones comunales, casas o centros culturales, etc. sin embargo, para esto es necesario hablar con las personas que integran la junta de acción comunal y exponer la propuesta para que avalen la apertura del espacio. Una vez dispuesto el lugar se deberá convocar a los jóvenes mediante piezas comunicativas como volantes, afiches, folletos, etc., que den cuenta de la pretensión de la propuesta.

Se construye una cartilla didáctica como parte de la propuesta pedagógica la cual posibilita la construcción de elementos conceptuales y matemáticos asociados a la hidrodinámica, al mismo tiempo este recurso didáctico propicia conmoción y afección por parte de los estudiantes hacia el bien común entendiendo esto como la necesidad de contribuir con las dinámicas sociales y culturales que le atañen a su contexto. En esta experiencia, se pretende que los jóvenes que tengan la intención de aprender conceptos sobre hidrodinámica tengan la capacidad de aplicar dichos conocimientos y, por tanto, construyan un prototipo hidrodinámico que además de ayudar a preservar y cuidar el agua, también permite comprender el campo de la Física asociado.

Al respecto, Verdugo (2012) plantea la cartilla didáctica como una “herramienta de trabajo ágil, oportuna pertinente y eficaz para el docente en su rol de orientador y guía de la enseñanza y para los estudiantes en el suyo, esto es, el de ser los constructores de su conocimiento” (p. 68). De forma que, se alcanza el factor ‘sustancialidad’ del aprendizaje significativo puesto que, el uso de la cartilla didáctica posibilita alcanzar y comprender nuevos conceptos al igual que potencializar la información que ya posee el estudiante de forma no arbitraria y más sustancial.

En consecuencia, en la cartilla didáctica planteada se propone como propuesta pedagógica la construcción de un prototipo hidrodinámico, con el fin de que los jóvenes comprendan algunos elementos importantes del sistema mediante dicha construcción, se busca que el estudiante se cuestione frente a las variables que influyen en éste: diámetros, alturas, radios, para que los pueda comprender. En este capítulo se hará una descripción detallada de la propuesta pedagógica planteada en esta investigación. Además, se sugiere al lector una serie de recomendaciones para tener en cuenta para hacer uso de esta.

3.1. Fundamento metodológico

Esta cartilla didáctica está enfocada hacia la construcción de un prototipo hidrodinámico que posibilita comprender conceptualizaciones de manera sustancial y, además, permite su aplicabilidad en un determinado contexto. Por lo cual, la estrategia que se utiliza para alcanzar lo mencionado está centrada en dos pilares importantes: la intencionalidad y la sustancialidad.

En primera instancia se tuvo una aproximación con las instituciones educativas: Colegio Montebello IED, Colegio San Isidro sur oriental IED por un año. A través de las prácticas educativas desarrolladas en estos espacios de educación formal, se evidenciaron los intereses de los estudiantes y el reflejo de qué tanto el ambiente escolar, familiar y social aportaban significativamente en el proceso de aprendizaje de estos jóvenes. Además de estas instituciones, se tuvo una relación con la fundación FUNDAMOR por un año. En ésta, se observaron prácticas educativas totalmente diferentes a las realizadas en el aula regular, en esta institución no formal los jóvenes y las familias que asisten lo hacen por motivación e interés personal.

En la educación formal se observa que los estudiantes tienen intereses diferentes a los que se pretenden en dichas instituciones, lo cual hace que el entorno educativo en muchas ocasiones sea

aburrido y poco interesante. Las inclinaciones que muestran los estudiantes frente a los gustos e intereses se ven reflejadas cuando al sonar el timbre – indicador de cambio de clase o descanso- y, cambiar de materia sus actitudes varían, es decir, mientras en la clase de Física algunos estudiantes muestran apatía, distracción e interés por otras actividades – estar en redes sociales, tomarse fotos etc.-, en la clase de español muestran interés en participar y realizar todas las experiencias propuestas en ella, lo mismo se pudo observar en el desarrollo de otras asignaturas.

Sin embargo, ha de considerarse que la actitud que toman los estudiantes, por una parte, está relacionado con sus intereses, pero, por otro lado, está ligado a la metodología que el docente toma para construir conocimiento y al material que utiliza para conseguirlo. Los docentes de Física frecuentemente admiten metodologías de enseñanza - aprendizaje memorísticas y mecánicas (Rodríguez, 2009) y, su único recurso didáctico en la mayoría de los casos, es el uso del tablero, con esta afirmación no quiero caer en la aseveración de que el uso del tablero sea erróneo, por el contrario, mi intención es expresar que el docente debe valorar otro tipo de recursos didácticos que posibiliten llamar la atención de todos los estudiantes.

Este es el caso del uso de laboratorios frecuentemente, el promover la construcción de prototipos que expliquen algunos conceptos de la Física, mostrar videos de aplicabilidad de la física significativos para el avance de la sociedad, promover proyectos de aplicabilidad entre otros. El plantearse este tipo de metodologías favorece el proceso de aprendizaje del estudiante ya que, siempre estará en un ambiente dinamizador en el que es indispensable cuestionarse.

Debido a lo expuesto y a la falta de un cambio pedagógico y didáctico en la enseñanza de la Física, los conceptos en Física ‘necesarios’ no son alcanzados por los estudiantes en su totalidad en la medida que se ve reflejado en la evaluación resultados carentes de argumentación, asociaciones arbitrarias en el aprendizaje de ecuaciones y otras veces la repetición y memorización de éstas, a lo que respecta un aprendizaje con vacíos conceptuales y matemáticos, representaciones que además de adquirir poco significado se desvanecen con el tiempo (Rodríguez, 2009).

Esta investigación realizada en este sistema educativo permitió concebir que los estudiantes necesitan materiales potencialmente significativos para comprender los conceptos y elementos asociados a la Física en la que ellos puedan explorar, construir, interactuar y, cuestionarse de todo lo que los rodea. De ahí que, sea importante que los estudiantes construyan simultáneamente su

conocimiento a la vez que lo dialoguen y, lo experimenten, necesitan de este modo salir de ese estado estático de la escuela y, poner en cuestionamiento los problemas que le atañen a su contexto formal y, de la misma manera construir y/o proponer soluciones que beneficien a la misma con el fin de darle valor a los conceptos Físicos que aprenden. Entonces, se observa que la educación no formal permite fortalecer aquellas conceptualizaciones que la escuela formal no alcanza a abarcar.

3.1.1. Estructura de la cartilla.

La cartilla se encuentra dividida en seis sesiones. Para cada una de ellas se sugiere disponer con un tiempo mínimo de dos horas para un total de aproximadamente de 12 horas. Está estructurada de tal manera que, en primer lugar, se contextualiza al estudiante con un ejemplo cotidiano como se ilustra en la siguiente imagen (Figura 3).

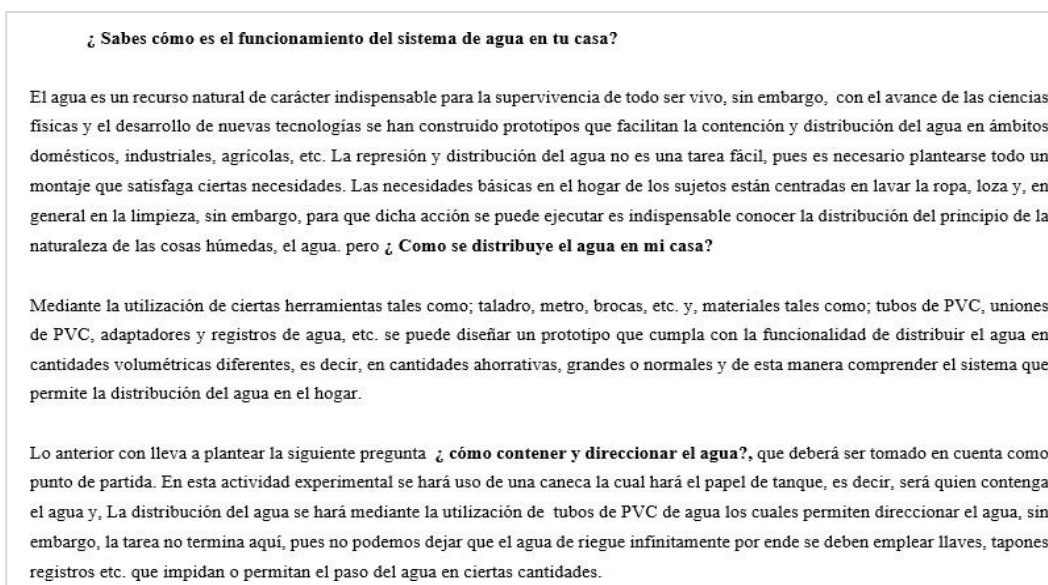


Figura 3.Estructura de la cartilla: contextualización.

Fuente: elaboración propia.

Además de esto, la cartilla está diseñada para que el estudiante pueda tener una orientación clara de la construcción del prototipo hidrodinámico que se plantea con el fin de que, tenga una guía, sin embargo, se especifica en la cartilla que, no necesariamente el joven debe seguir los pasos consecuentemente para poder llegar al montaje deseado.

A continuación, se evidencia el prototipo hidrodinámico planteado en la cartilla (Figura 4):



Figura 4. Prototipo hidrodinámico.
Fuente: elaboración propia.

De este modo, los jóvenes deberán construir una segunda versión del montaje de manera que el docente deberá solicitar los materiales sugeridos en la primera sesión de la cartilla. Sobre el contenido disciplinar se encuentra un pequeño marco teórico que permite contextualizar al joven y relacionarlo con las preguntas que allí se consideran importantes para comprender los elementos conceptuales y matemáticos asociados al sistema, Asimismo, se evidencia los procesos algebraicos necesarios para encontrar las variables que se solicitan en la cartilla; sin embargo, para poder responder a las preguntas es necesario que el estudiante comprenda el marco teórico y disciplinar.

Las preguntas se encuentran estructuradas de la siguiente manera (Figura 5).

Preguntas para la sección.

- 1.1 ¿Cuál es la magnitud y la unidad asociada al caudal del sistema cuando se utiliza la llave de agua y el registro de agua?
- 1.2 ¿Cuál es la velocidad media del agua que pasa por la tubería cuando se utiliza la llave de agua?
- 1.3 ¿Cuál es la velocidad media del agua que pasa por la tubería cuando se utiliza el registro de agua?
- 1.4 comprobar cuál es el flujo que está asociado a las dos experiencias
- 1.5 ¿Con qué criterios asumimos ese valor como el más apropiado o cercano al "valor verdadero" de la magnitud que se quiere medir?
- 1.6 ¿Qué papel juega en este criterio los promedio?
- 1.7 ¿Cuántos datos deben obtenerse para que su valor sea significativa y confiable?
- 1.8 ¿los tiempos medidos en las dos experiencias son diferentes? –justifique su respuesta.

Figura 5. Preguntas de cartilla.
Fuente: elaboración propia.

Además de esto se plantean preguntas orientadoras que llevan al estudiante a reflexionar sobre el montaje. También, permiten identificar las concepciones que los estudiantes tienen respecto a un tema determinado y por tanto posibilita al docente construir consecuentemente significados. A continuación, se ilustra el tipo de preguntas que permiten identificar sus ideas (Figura 6 y 7).

Nota: ¿Qué piensas que influye en la variación de la velocidad del agua cuando se utiliza una llave de agua o un registro?

¿Qué piensas físicamente de la corriente de un río?

Figura 6. Preguntas abiertas en cartilla.

Fuente: elaboración propia.

Preguntas Orientadoras

¿Qué entendemos por fluidos?

- ¿Qué entendemos por flujos?

Desde su experiencia ¿Qué tipos de flujo se pueden evidenciar en la naturaleza?

Descifra investigador

¿Qué magnitudes físicas considera que están asociadas a las trayectorias de un flujo laminar y turbulento ?

¡EUREKA!

Figura 7. Preguntas abiertas en cartilla.

Fuente: elaboración propia.

Estas preguntas están diseñadas para que el estudiante se cuestione frente al experimento y los datos obtenidos, lo cual posibilita que el estudiante comprenda con mayor potencialidad los conceptos e infiera de qué depende la variación de cada una de las magnitudes asociadas. De igual manera, se presentan preguntas que facilitan al docente reconocer las experiencias previas que tienen frente a los fenómenos y sobre todo evidenciar la información que el estudiante va asimilando en su estructura cognitiva. Preguntas de este tipo posibilitan al docente, además de conocer la información que existe en la estructura cognitiva del estudiante, construir nuevas perspectivas de ver, comprender y asociar los elementos asociados a este sistema.

Para finalizar se plantea el siguiente análisis:

Análisis y conclusiones
<p>recordar : 1.5 ¿Con qué criterios asumimos ese valor como el más apropiado o cercano al "valor verdadero" de la magnitud que se quiere medir? 1.6 ¿Qué papel juega en este criterio los promedio? 1.7 ¿Cuántos datos deben obtenerse para que su valor sea significativa y confiable? 1.8 ¿los tiempos medidos en las dos experiencias son diferentes? –justifique su respuesta-</p> <hr/> <hr/>

Figura 8. Análisis propuesto en cartilla.

Fuente: elaboración propia.

En este, se sugiere promover un espacio de discusión en donde se dialoguen estas preguntas y se discuta sobre lo aprendido.

3.1.2. Momentos de la cartilla

En la primera sesión se contextualiza al estudiante frente a las prácticas cotidianas en las que se evidencia la funcionalidad del prototipo hidrodinámico planteado y, el papel que tiene frente a las necesidades de una comunidad. Para esto se invita al docente a recurrir a videos sugeridos y enfatizar en la importancia del cuidado del agua y en general de los recursos naturales. El propósito de esta sesión consiste en concientizar al estudiante frente al uso del agua, así como invitarlo a plantearse propuestas que sean de gran ayuda para preservar el agua en su contexto social hasta establecer un puente en significativo con el prototipo hidrodinámico que se busca construir.

De la misma manera se sugiere que en esta primera sesión se dé un espacio de discusión en el que los jóvenes tengan la oportunidad de compartir sus experiencias cercanas a este tipo de fenómenos hidrodinámicos, con el fin de que el estudiante recuerde sus experiencias previas y las comparta con los participantes, esto permite potencializar desde otras experiencias conocimiento afines con la hidrodinámica.

Finalmente, en esta sección se procederá con la ‘construcción del prototipo hidrodinámico’ de manera que, corresponderá organizar dos grupos de jóvenes, así pues, el docente sugerirá que para la siguiente sección se deberán traer los materiales necesarios para la respectiva construcción (revisar sección de materiales) enfatizando que no necesariamente deben ser materiales nuevos.

En la segunda sesión se procede con la construcción del prototipo hidrodinámico, por lo cual será necesario facilitar al estudiante la cartilla para que tenga una orientación frente a la construcción de éste, sin embargo, el docente deberá insistir de que ellos podrán empezar por donde consideren pertinente pues la idea de esta actividad es que el estudiante comprenda de una manera sustancial y no al pie de la letra, por lo cual se debe evitar caer en prácticas rutinarias, mecánicas y memorísticas.

En esta sesión el docente debe realizar preguntas que lleven al estudiante a cuestionarse frente a los materiales que utiliza y cómo estos pueden influir en la dinámica del sistema, así mismo, debe orientar a los jóvenes respecto a la limpieza de los materiales - sobre todo de los tubos y uniones- así como en el pegamento de estos.

En la tercera sesión se procede a tomar un registro sistemático del tiempo en que se demora en vaciarse el tanque cuando se utiliza la llave de agua y, cuando se emplea el registro con el fin de que el estudiante evidencie la diferencia entre los tiempos y pueda hacer un análisis cualitativo frente a esta experiencia, para el análisis es necesario que todos los estudiantes expresen sus convicciones frente a lo que podría estar causando dicha diferencia.

Por lo tanto, el docente deberá comenzar a unir todas estas concepciones que el estudiante expresa con los elementos conceptuales que están inmersos en el sistema hidrodinámico tales como: presión, viscosidad, diámetros, entre otros tantos elementos que influyen en la dinámica del sistema de modo que, se puedan conectar las ideas o concepciones previas con la nueva información satisfaciendo así un aprendizaje significativo. En este sentido, el docente se ocupará de explicar teórica y matemáticamente la ecuación de continuidad y el uso del número de Reynolds de manera significativa, es decir, que es de gran importancia atribuirle valor y sentido físico a cada una de las ecuaciones. Tomando como referencia el prototipo hidrodinámico es indispensable que el docente señale cada una de las partes que configuran el mismo y explique el papel que tiene cada una de estas para su funcionamiento.

La cuarta sesión está orientada para que el estudiante pueda resolver las preguntas planteadas con el despeje de ecuaciones y resolución de problemas, por lo cual, se pide que encuentren el caudal en cada una de las experiencias y la velocidad del fluido. El estudiante deberá mostrar todo el proceso algebraico que se debe tener para obtener la magnitud de cada variable. El maestro deberá

estar en disposición para las preguntas e inquietudes que el estudiante tenga al respecto del proceso algebraico – si es el caso, se deberá recordar el despeje de ecuaciones-.

La quinta sesión está orientada para que el estudiante responda a las preguntas planteadas y, realice el despeje de las ecuaciones necesarias para la resolución de los problemas, se enfatiza sobre el número de Reynolds, la velocidad del fluido y, el caudal por lo cual, se pide en principio que el estudiante exprese la interpretación que tiene de cada uno de los flujos y conceptos asociados a partir de discusiones y debates que se dan en el espacio, una vez realizada esta actividad se continuara con la resolución de los problemas planteados de manera que, se le facilitara a cada uno de los estudiantes las hojas correspondientes (ubicadas al final de la cartilla) para que realicen los procesos algebraicos correspondientes que permiten encontrar las magnitudes de cada variable.

Finalmente, en la sexta sesión, se posibilitará un espacio de discusión en el que se dialogue sobre la recolección de datos y, sobre lo aprendido, escuchando cada uno de las reflexiones y argumentos sobre sus experiencias ante el fenómeno hidrodinámico planteado. El docente entonces reflexionará y retroalimentará los elementos conceptuales y matemáticos que se abordaron en la cartilla para una mejor comprensión. Además de esto, se pide reflexionar frente a la importancia de la aplicabilidad de los conocimientos en un determinado contexto fundamentándola desde el análisis que se hace en el documento escrito de donde surge esta propuesta.

3.2. Cartilla

CONSTRUCCION DE UN PROTOTIPO HIDRODINÁMICO

CONSTRUYENDO SABERES HIDRODINÁMICOS DE MANERA SIGNIFICATIVA

Diseñado por: Anguiee Lorena Arias Diaquive

Facultad de ciencia y tecnología

Departamento de física

UNIVERSIDAD PEDAGOGICA NACIONAL DE COLOMBIA

Bogotá, 2020.

3.2.1. Introducción.

La siguiente cartilla fue construida por Anguiee Lorena Arias Diaquive Licenciada en física de la Universidad Pedagógica Nacional con el fin de apoyar los procesos de aprendizaje de los jóvenes de grados undécimo y de jóvenes con intereses particulares hacia la física. Una de las intenciones principales es introducir a los jóvenes algunos elementos conceptuales y matemáticos de la hidrodinámica, pretendiendo establecer un puente significativo entre la simbología abstracta y el lenguaje natural en el cual ellos crecen y se relacionan. En este sentido, es necesario que los estudiantes compartan sus experiencias, sus juicios subjetivos y valorativos frente al fenómeno estudiado.

El Aprendizaje significativo en esta cartilla es de gran importancia para la construcción de significados ya que se busca posibilitar al estudiante un aprendizaje interesante no memorístico ni mucho menos repetitivo, por lo cual se es preciso promover en esta cartilla el aprendizaje significativo, el cual es definido como el mecanismo humano por excelencia que no solo permite adquirir y almacenar información con mayor durabilidad, sino que además comprende la adquisición de nuevos significados (Ausubel, 1976).

Para llevar a cabo lo anterior, se propone en esta cartilla didáctica la construcción en un prototipo hidrodinámico que posibilita la construcción de conocimiento y la aplicabilidad de este en un determinado contexto, por lo cual la estrategia que se utiliza para alcanzar lo anteriormente mencionado está centrada en dos pilares importantes el aprender a conocer y el aprender a hacer que permiten el desarrollo de habilidades que llevan al estudiante hacer capaz de analizar, comparar, medir, formular preguntas, interpretar datos y experimentar.

La construcción de este prototipo implica una metodología constructivista y por tanto un aprendizaje significativo, ya que se dotará al estudiante con las herramientas necesarias para que construya su propio conocimiento. Entendiendo estas herramientas como problemas contextualizados frente a las prácticas cotidianas en las que se le da un mal manejo al agua, el trabajo en conjunto que posibilita el intercambio de ideas y saberes y que sobre todo permite hacer un análisis del problema desde diferentes perspectivas asignándole de esta manera distintos modos de resolverlo, el espacio de educación no formal para el desarrollo de conocimiento ya que en este se abordaran cosas en concreto centradas en los gustos e interés de quienes asisten.

El hecho de que el estudiante construya el prototipo hidrodinámico posibilita al estudiante una mayor facilidad en comprender los conceptos asociados a dicho experimento y, adicionalmente lo lleva a cuestionarse frente al mecanismo de este. Lo anterior se debe a que a medida que el estudiante va construyendo, cortando, acoplando tubos, etc. va asimilando los conceptos asociados de una manera no arbitraria y sustancial ya que al ir construyendo ese andamiaje el joven se cuestionara frente a la manera en la que se pega un tubo, o frente al uso de materiales específicos, a partir del sistema hidrodinámico se espera que el estudiante se cuestione frente a los diámetros de los tubos, las propiedades de los flujos y, así mismo, que tenga en cuenta que la más mínima variación que se le haga el sistema puede alterar las medidas finales.

Para esto, el docente será un orientador y constructor de preguntas complejas que lleven al estudiante a comprender de qué depende la velocidad de un fluido y por tanto cual es el papel del área del tubo entre otras tantas cuestiones que deben considerarse en el prototipo hidrodinámico por lo tanto el docente que utilice esta propuesta pedagógica deberá tener en su práctica profesional conocimientos referentes al aprendizaje significativo y a método constructivista, esto con el fin de que en cada sesión se esté dotando al estudiante con experiencias nuevas que lo lleven a adquirir juicios subjetivos y valorativos frente a los elementos conceptuales y matemáticos que se encuentran en dicho prototipo promueva el aprendizaje significativo.

Por consiguiente, se deberá promover un aprendizaje en conjunto en el que todos los estudiantes son participes en construcción del prototipo hidrodinámico, lo anterior posibilitando el intercambio de ideas y saberes que hace que el aprendizaje se encuentre acompañado de las experiencias que emergen cuando se está construyendo el prototipo, experiencias significativas que hacen del aprendizaje más dinámico y, menos memorístico y repetitivo.

Se busca entonces que el prototipo hidrodinámico contenga el agua limpia de la lavadora en un tanque o si es el caso el agua lluvia, para posteriormente ser reutilizada en la limpieza de otro tipo de superficies, donde no se requiere de agua potable, y que esta última si puede ser usada para otro tipo de necesidades básicas en los hogares por lo cual el prototipo estará diseñado para distribuir el agua. Además de esto, se busca que el estudiante a partir de la construcción misma del experimento construya los conceptos asociados al fenómeno y sus respectivas ecuaciones.

Lo que se busca a partir de dicho proceso es abrir y se puedan promover espacios de educación no formal que propicien y estimulen una participación mucho más activa y propositiva para la comunidad.

3.2.2. Recomendaciones para la cartilla.

- Este espacio debe estar orientado por un licenciado en física, un docente promovedor y fomentador del aprendizaje significativo.
- Para la resolución de esta propuesta se recomienda que el maestro disponga de escenarios participativos tales como discusiones, conversatorios, entre otros que posibiliten conocer las concepciones previas de cada uno de los estudiantes. Lo anterior permite que el maestro conozca e interprete las experiencias previas de cada uno de los jóvenes. Lo anterior posibilitará contrastar, diferenciar y analizar diferentes perspectivas de entender un sistema que se encuentra en función de la cotidianidad y el contexto.
- Se propone para la construcción del prototipo hidrodinámico y para el análisis de este un tiempo estimado de 12 horas, sin embargo, cabe aclarar que es una propuesta pedagógica que no está limitada al tiempo propuesto.
- Es necesario que los jóvenes cuenten con concepciones previas sobre hidrodinámica con el fin de relacionar las mismas con cada uno de los elementos conceptuales y matemáticos del fenómeno que será estudiado.
- Es importante que el maestro haga saber al estudiante que las imágenes que se encuentran en estas cartillas son meras interpretaciones de los fenómenos físicos. Para esto se acude al principio de Laird (1983; citado por Halloun, 1996), quien afirma que nunca llegamos a conocer los objetos “en sí, sino a través de nuestras representaciones de ellos; en otras palabras, todo nuestro conocimiento de lo que llamamos "mundo exterior" depende de nuestra habilidad para construir modelos de él” (p. 1021).
- En esta cartilla se sugiere que las respuestas estén escritas con las unidades que configuran el sistema internacional de medidas con el fin de familiarizar al estudiante con las mismas y, promover la habilidad de análisis respecto a la conversión de unidades.
- Es importante analizar las unidades asociadas a cada sistema, pues éstas son las que caracterizan y diferencian las magnitudes unas de otras para ello se sugiere tener presente

la Tabla 1, la cual da cuenta de las notaciones y las unidades correspondientes a las magnitudes que se abordaran en la cartilla.

Tabla 1. Notaciones y las unidades correspondientes a las magnitudes.

Magnitud	Símbolo	Unidad
Viscosidad	μ	$\frac{N*s}{m}$
Velocidad	v	m/s
Área	A	m^2
Caudal	Q	$\frac{m^3}{s}$
Reynolds	Re	No tiene unidades
Densidad del fluido	ρ	kg/m^3
Velocidad media del agua en la tubería	v	m/s
Diámetro interno de la tubería	d	m
Presión	P	Pa, N/m^2
Altura	h	m
Gravedad	g	$\frac{m}{s^2}$
Volumen	V	m^3

Fuente: elaboración propia.

- La actividad propuesta en esta cartilla tiene un fundamento significativo como se ha venido resaltando a lo largo del texto de manera que, es necesario darles valor a los diámetros, alturas, la cantidad volumétrica, sustancia, etc., que componen el prototipo con el fin de

hacer un análisis riguroso frente a los elementos conceptuales y matemáticos explícitos en el prototipo entendiendo que la variación de estas magnitudes implica un cambio significativo en la dinámica del sistema.

- Es importante que la metodología de enseñanza no esté fijada en la simple réplica del experimento, transcripción y formulación de ecuaciones si no que esté acompañada de dinámicas de aprendizaje agradables e interesantes para el estudiante por lo cual a medida que se va construyendo el montaje se abordarán los elementos conceptuales que permiten describir el fenómeno.
- Para esto, se invita al maestro a formular preguntas complejas y plantear situaciones de funcionalidad y aplicabilidad en las que se evidencia y se exponga el fenómeno. Lo anterior posibilita que el estudiante se motive y comprenda que existen diferentes modos en los que un fenómeno físico se puede estudiar y reproducir.
- Se invita a los maestros a profundizar cada uno de los conceptos en el ámbito teórico, experimental, y matemático que van emergiendo en la construcción del prototipo hidrodinámico con el fin de comprender cada vez más y de manera minuciosa el fenómeno. No olvidemos que la educación no formal me permite aprovechar y por ende ganar más tiempo respecto al aprendizaje específico de los jóvenes.
- Es primordial analizar cualitativa, procedimental y matemáticamente la situación planteada en la cartilla ya que se encuentra fijada en un prototipo real y fundamentada a partir de una situación cotidiana con un trasfondo ecológico y, a favor de la reserva de los recursos naturales, por lo cual, analizar cada uno de los datos obtenidos permite plantear propuestas frente a las necesidades socioculturales. Sin embargo, se debe resaltar constantemente que existen otras formas de evidenciar el fenómeno. – El docente podrá socializarlos y ponerlos en discusión con los estudiantes-.
- Utilizar materiales reciclables y sostenibles ‘reparar y reutilizar en vez de desechar’ para la construcción del experimento con el fin de promover conciencia frente al cambio climático y el cuidado del planeta entendiendo que nuestras reservas no son infinitas y por ende se pueden agotar.
- Fomentar el trabajo en equipo en la realización y construcción de los elementos conceptuales y matemáticos asociados al vaciado de un tanque, teniendo en cuenta que las

relaciones interpersonales y las experiencias facilitan asimilar los conceptos, e ideas de una manera significativa y no al pie de la letra.

- Discutir sobre los diferentes aspectos que influyen favorablemente en el proceso de aprendizaje mediante la utilización de una cartilla didáctica y cómo ésta impacta en la formación y motivación de jóvenes que se encuentran enmarcados en un contexto social y cultural con un alto grado de vulnerabilidad social y económico.

3.2.3. Sesiones para desarrollar la propuesta.

- **Primera Sesión.**

En la primera sesión se contextualizará al estudiante frente a las prácticas cotidianas en las que se evidencia la funcionalidad de los prototipos hidrodinámicos y el papel que tienen frente a las necesidades de una comunidad, para esto se invita al docente a recurrir a los videos sugeridos y enfatizar en la importancia del cuidado del agua y en general de los recursos naturales. El propósito de esta sesión consiste en concientizar a estudiante frente al uso del agua, así como invitarlo a plantearse propuestas que se han de gran ayuda para preservar el agua en su contexto social hasta establecer un puente en significativo con el prototipo hidrodinámico que se busca construir.

De la misma manera se sugiere que en esta primera sesión se dé un espacio de discusión en el que los jóvenes tengan la oportunidad de compartir sus experiencias cercanas a este tipo de fenómenos hidrodinámicos con el fin de que el estudiante recuerde sus experiencias previas y las comparta con los participantes, esto permite potencializar desde otras experiencias conocimiento afines con la hidrodinámica.

Finalmente, en esta sección se fijará el objetivo principal de esta propuesta ‘ construcción del prototipo hidrodinámico’ por lo cual se debe organizar dos grupos de jóvenes y, se les debe sugerir que para la siguiente sección se deberán traer los materiales necesarios para la respectiva construcción (Revisar sección de materiales) enfatizando que no necesariamente deben ser materiales nuevos.

¿ Sabes cómo es el funcionamiento del sistema de agua en tu casa?

El agua es un recurso natural de carácter indispensable para la supervivencia de todo ser vivo, sin embargo, con el avance de las ciencias físicas y el desarrollo de nuevas tecnologías se han construido prototipos que facilitan la contención y distribución del agua en ámbitos domésticos, industriales, agrícolas, etc. La represión y distribución del agua no es una tarea fácil, pues es necesario plantearse todo un montaje que satisfaga ciertas necesidades. Las necesidades básicas en el hogar de los sujetos están centradas en lavar la ropa, loza y, en general en la limpieza, sin embargo, para que dicha acción se puede ejecutar es indispensable conocer la distribución del principio de la naturaleza de la humedad, el agua ¿cómo se distribuye el agua en mi casa?

Mediante la utilización de ciertas herramientas tales como; taladro, metro, brocas, etc. y, materiales tales como; tubos de PVC, uniones de PVC, adaptadores y registros de agua, etc. se puede diseñar un prototipo que cumpla con la funcionalidad de distribuir el agua en cantidades volumétricas diferentes, es decir, en cantidades ahorrativas, grandes o normales y de esta manera comprender el sistema que permite la distribución del agua en el hogar.

Lo anterior con lleva a plantear la siguiente pregunta ¿cómo contener y direccionar el agua?, que deberá ser tomado en cuenta como punto de partida. En esta actividad experimental se hará uso de una caneca la cual hará el papel de tanque, es decir, será quien contenga el agua y, La distribución del agua se hará mediante la utilización de tubos de PVC de agua los cuales permiten direccionar el agua, sin embargo, la tarea no termina aquí, pues no podemos dejar que el agua de riegue infinitamente por ende se deben emplear llaves, tapones registros etc. que impidan o permitan el paso del agua en ciertas cantidades.

A continuación, se analizará el funcionamiento del sistema de agua en una casa mediante la construcción de un montaje hidrodinámico sostenible (vaciado de un tanque) que posibilitará tener una interpretación de la contención y distribución del agua.

Materiales

- Caneca de 5 galones (reciclada de una caneca de pintura)
- Taladro
- Un registro de agua de ½ Pulgada
- Una llave de agua ahorrativa o de jardín en PVC de ½ pulgada
- Soldadura para PVC.
- Tubo de PVC de ½ pulgada y , de largo 56 cm
- Agua reciclada
- Segueta
- Pincel o brocha
- Cinta teflón
- Lija fina
- Limpiador de PVC
- 2 empaques de 3/4 pulgadas
- Adaptador hembra de ½ pulgada
- Adaptador hembra de 3/4 pulgada
- T de PVC ½ pulgada
- Adaptador macho de ¾ pulgada



Llave de agua



Empaques



Registro de agua



Tubo de PVC



Caneca

- **Segunda Sesión.**

En la segunda sesión se procederá con la construcción del prototipo hidrodinámico, por lo cual será necesario facilitar al estudiante la cartilla para que tenga una orientación frente a la construcción de este, sin embargo, el docente deberá insistir de que ellos podrán empezar por donde consideren pertinente pues la idea de esta actividad es que el estudiante comprenda de una manera sustancial y no al pie de la letra por lo cual se debe evitar caer en prácticas rutinarias, mecánicas y memorísticas.

En esta sesión el docente debe formular preguntas complejas que lleven al estudiante a cuestionarse frente a los materiales que utiliza y como estos pueden influir en la dinámica del sistema, así mismo, debe orientar a los jóvenes respecto a la limpieza de los materiales - sobre todo de los tubos y uniones- así como en el pegamento de estos.

Montaje

Recomendaciones: para pegar los tubos, el registro, los acoples, la unión, la llave de agua etc., se debe:

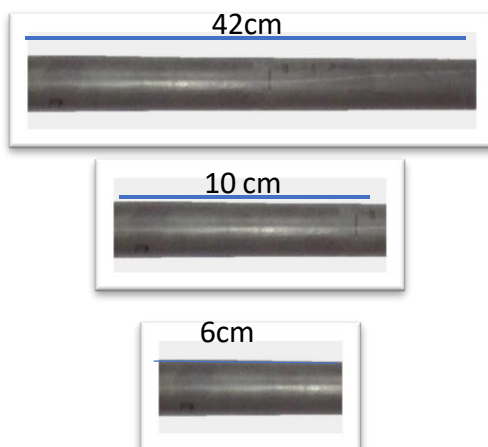
- Usar la lija para eliminar los excesos y/o residuos que quedan cuando se corta el tubo de PVC.
- Limpiar con un trapo limpio y humedecido con limpiador de PVC cada uno de los bordes del tubo que se van a pegar (por dentro) esto con el fin de eliminar cualquier partícula, suciedad, grasa o humedad.
- Aplicar la soldadura sin exceso, aplicándolo de adentro hacia afuera con la brocha o el pincel, y en sentido longitudinal del tubo y de la pieza a unir con el propósito de evitar que se elimine una parte del adhesivo lo cual produciría fugas de agua.
- Girar la conexión para una mejor cobertura del adhesivo.
- Esperar como mínimo 30 minutos antes de utilizar.
- Es necesario contar con la tapa de la caneca para cerrar la misma y así eliminar cualquier tipo de presión o energía proveniente del exterior.

3.2.4. Construcción

En la parte inferior de la caneca el estudiante deberá hacer un orificio de 6 cm diámetro con ayuda del taladro, de tal manera que pueda encajar el tubo de PVC de 1/2".



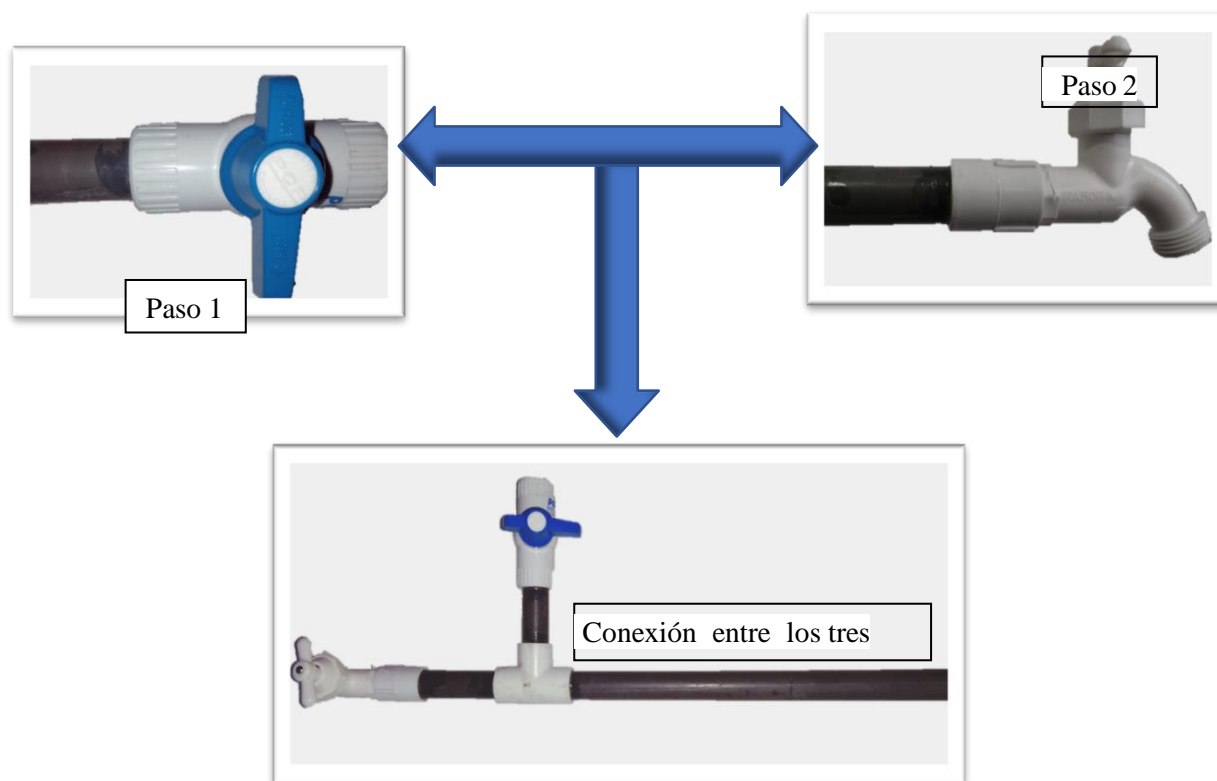
El tubo de PVC deberá ser cortado en tres partes como se ilustra en la siguiente imagen.



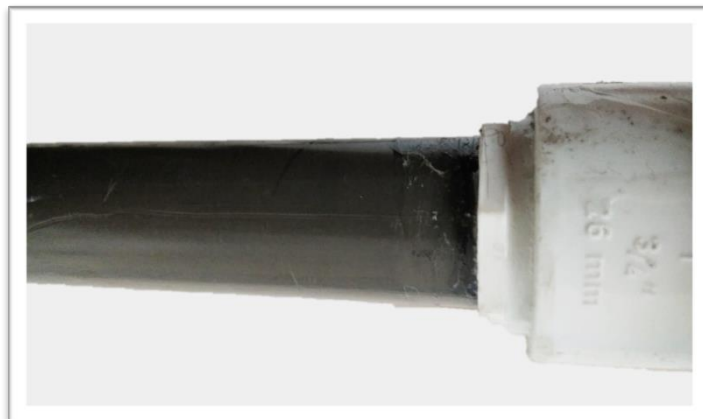
Con ayuda de la T se conectarán los tubos de PVC de tal manera que estos queden conectados entre sí, a continuación, podrán evidenciar la conexión.



Al tubo que se encuentra perpendicular se le acoplará el registro de agua mientras que en el tubo que se adhirió paralelamente se le pegará el adaptador de hembra y posteriormente el llave ahorrativa.



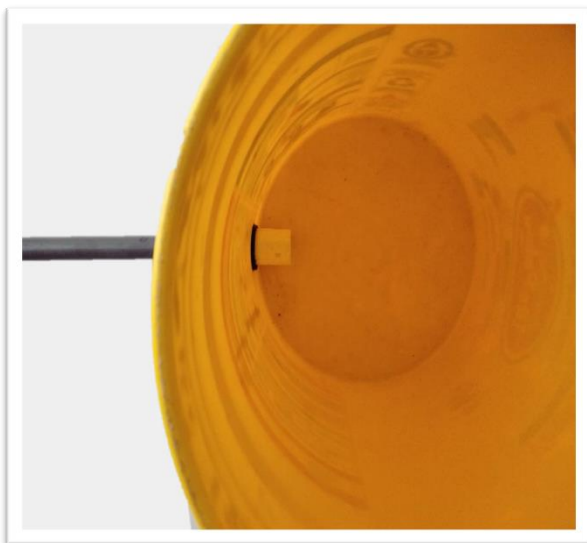
En el extremo libre que quedó de la conexión anterior se le acoplará el adaptador macho con el fin de que la conexión se ajuste al orificio de la caneca y este seguro con ayuda del adaptador hembra de 3/4.



Para efectuar una mejor presión entre la pared de la caneca y la conexión de los tres tubos será necesario colocar antes de enroscar los empaques como se observa en la siguiente imagen.

Imagen tomada desde una perspectiva

Imagen tomada desde una perspectiva



3.2.5. Montaje final

Tenemos entonces un sistema hidrodinámico que nos permitirá desde casa cuidar, darle un adecuado uso y reutilizar el agua, Sin embargo, el proceso metodológico de este experimento con lleva a comprender con más rigurosidad el movimiento del sistema.



Es evidente, pues, que necesitamos obtener la ciencia de las causas primeras (desde luego, decimos saber cada cosa cuando creemos conocer la causa primera).pero de <<causas>>se habla en cuatro sentidos; de ellas, una causa decimos que es la entidad, es decir, la esencia (pues por qué se reduce, en último término, a la definición, y por qué primero es causa y principio)la segunda la materia, es decir, el sujeto; la tercera, de donde proviene el inicio del movimiento, y la cuarta, la causa opuesta a esta última, aquello para lo cual, es decir, el bien(este es, desde luego, el fin a que tienden la generación y el movimiento) (Trade, 2018,p.16-17).

Lo anterior permite explorar nuevas perspectivas de entender el movimiento, es decir, las causas y los principios < el porqué del movimiento> y,<porque ocurren dichos cambios>, para comprender este tipo de preguntas - las cuales se encuentran relacionadas con la percepción que se tiene de los fenómenos-, se llevara a cabo un análisis cualitativo y cuantitativo del sistema hidrodinámico propuesto ‘vaciado de un tanque’ dicho análisis se hará mediante la construcción de cada uno de los elementos conceptuales y matemáticos, no obstante, la comprensión de cada uno de los elementos mencionados con anterioridad se desarrollará mediante la construcción de

un prototipo hidrodinámico sostenible (vaciado de un tanque) que favorece el aprendizaje significativo y no olvida el *continuum* vital del joven.

- **Tercera Sesión.**

En principio en esta sesión se procederá a tomar un registro sistemático del tiempo en que se demora en vaciarse el tanque cuando se utiliza la llave de agua y cuando se utiliza el registro con el fin de que el estudiante evidencie la diferencia entre los tiempos y pueda hacer un análisis cualitativo frente a esta experiencia para el análisis es necesario que todos los estudiantes expresen sus convicciones frente a lo que podría estar causando dicha diferencia, Por lo tanto el docente deberá comenzar a unir todas estas ideas que el estudiante expresa con los elementos conceptuales que están inmersos en el sistema hidrodinámico tales como; presión, viscosidad, diámetros, entre otros tantos elementos que influyen en la dinámica del sistema.

El docente deberá entrar en el campo disciplinar explicando teórica y matemáticamente la ecuación de continuidad y el uso del número de Reynolds de manera significativa, es decir, el docente deberá explicar el sentido físico que tiene cada una de estas ecuaciones tomando como referencia el prototipo hidrodinámico señalando parte por parte y explicando el papel que tiene cada una de estas para el funcionamiento del mismo, además de esto, el docente bajo esta ejemplificación (Prototipo hidrodinámico) podrá explicar de una manera sustancial las variables que están involucradas en el sistema.

3.2.6. Recolección y análisis de datos.

Es importante que a partir de la construcción del montaje hidrodinámico se relacionen los elementos conceptuales tales como; flujo turbulento, flujo laminar, velocidad, viscosidad, entre otros, y las magnitudes físicas asociadas a las mismas de tal forma que exista una relación de completas que posibilite satisfacer las características en una determinada ecuación, entendiendo que la formulación de una ecuación permite consolidar algunas y en otros casos todas las características de los fenómenos físicos, para esto, es necesario encontrar una ecuación específica que posibilite encontrar cada una de las magnitudes físicas asociadas al montaje hidrodinámico. lo anterior se desarrollará mediante la construcción del montaje y los cuestionamientos que emergen.

Análisis Tabla 1.

EUREKA!

Tabla 2 (experiencia 2).

En esta experiencia el estudiante deberá calcular el tiempo promedio que se demora el tanque en desocuparse al utilizar el registro, es decir que deberá medir sistemáticamente el tiempo que se demora en desocuparse el depósito, esto con el fin de encontrar el caudal del flujo de la sustancia.

Sustancia	Tiempo en vaciarse un depósito (segundos)								Promedio
Agua a temperatura ambiente									

Análisis Tabla 2

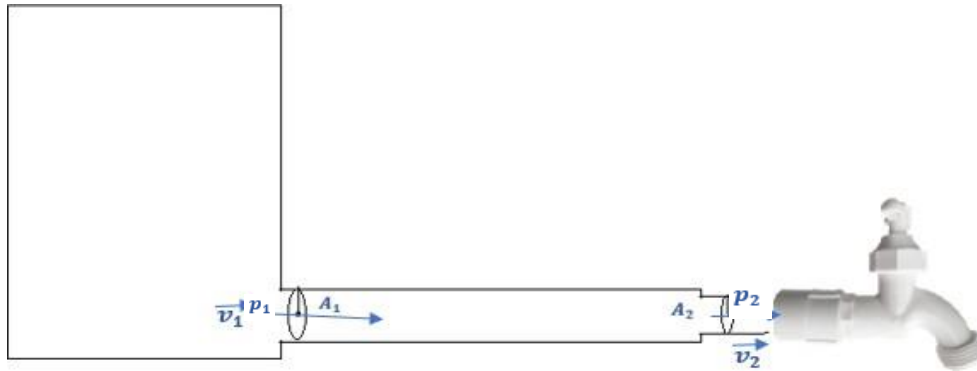
EUREKA!

¿Qué puede concluir de las dos experiencias?

Ecuación de continuidad

Para comprender lo que puede expresar la ecuación de continuidad, en primera instancia, se sugiere tener una interpretación del sistema que implica considerar la ecuación de continuidad tal como se ilustra en la figura 1. Se tiene entonces, un tubo de PVC con un fluido incomprensible - un flujo es incomprensible cuando la densidad del mismo permanece aproximadamente constante a los

largo de todo el movimiento- con una sección transversal A_0 por donde un flujo circula con una velocidad constante v_0 y, se tiene una sección transversal A_1 por la que pasa o sale el fluido con una velocidad correspondiente a v_1 (v es una magnitud que varía respecto a la sección trasversal, entre menor es el A mayor es la velocidad del fluido y viceversa).



La ecuación de continuidad nos dice que la conservación de la masa del fluido a través de dos secciones (sean éstas A_1 y A_2) de un conducto (tubería) establece que la masa que entra es igual a la masa que sale, es decir que ésta es el resultado de aplicar el principio de conservación de la masa al flujo de un fluido (Jou, Llevo y Pérez, 1994). De esta manera, en el punto 1 durante un tiempo infinitesimal dt la masa del fluido que pasa a través del área A_1 es:

$$dm = \rho A_1 v_1 dt \quad [1]$$

Consideración: $\rho = \frac{M}{V}$ donde ρ es la densidad y V el volumen

Y en el punto 2 durante un tiempo infinitesimal dt la masa del fluido que por el área A_2 es:

$$dm = \rho A_2 v_2 dt \quad [2]$$

La igualdad de ambas ecuaciones y la solución de éstas nos permiten llegar a la ecuación de continuidad la cual es expresada como:

$$A_1 v_1 = A_2 v_2 \quad [3]$$

El producto $A v$ corresponde al caudal Q del fluido que circula por el tubo de modo que la ecuación [3] equivale a plantear la constancia del caudal:

$$Q = A v \quad [4]$$

Sin embargo, el caudal se puede comprender desde una perspectiva volumétrica teniendo en cuenta, que a través del tubo pasa una cantidad volumétrica de líquido por unidad de tiempo de manera que se puede considerar la siguiente ecuación.

$$V = Al \quad [5]$$

Donde l : es igual a la distancia que recorre el líquido por unidad de tiempo. Donde V : es igual al volumen que ocupa el líquido. Por tanto, tenemos que:

$$V = Avt; \quad \frac{V}{t} = Av \quad [6]$$

Consideración: $l = vt$ expresión básica de movimiento

De este modo, sustituyendo los términos de la ecuación [6] en la ecuación [4] se llega a la siguiente expresión del caudal:

$$Q = \frac{V}{t} \quad [7]$$

Lo anterior permite contextualizar al docente y al estudiante frente a las expresiones que se van a utilizar en la cartilla didáctica las cuales sirven para comprender los elementos conceptuales y matemáticos asociados a la misma, de igual manera el docente que haga uso de esta propuesta podrá contemplar la importancia de las relaciones que se dan entre el caudal, la velocidad, el tiempo, y todo el sistema pues, el estudiante necesitará realizar dichas relaciones para alcanzar los objetivos planteados dentro de la propuesta

- **Cuarta Sesión.**

Esta sesión estará orientada para que él pueda resolver las preguntas planteadas y despeje de ecuaciones y resolución de problemas por lo cual, se pide que encuentre el caudal en cada una de las experiencias y la velocidad del fluido. El estudiante deberá mostrar todo el proceso algebraico que se debe tener para obtener la magnitud de cada variable. El maestro deberá estar en disposición para las preguntas e inquietudes que el estudiante tenga al respecto del proceso algebraico. – Si es el caso, se deberá recordar el despeje de ecuaciones-

- 1.1 ¿Cuál es la magnitud y la unidad asociada al caudal del sistema cuando se utiliza la llave de agua y el registro de agua?

Proceso algebraico para encontrar el caudal de la tabla 1.

Rta. _____

Proceso algebraico para encontrar el caudal de la tabla 2.

Rta. _____

¿Qué se puede concluir de la diferencia entre los caudales?

1.2. ¿Cuál es la velocidad media del agua que pasa por la tubería cuando se utiliza la llave de agua?

Para abordar esta pregunta es necesario que el estudiante exprese la Ecuación caudal en función del área y la velocidad:

Ecuación

Proceso algebraico del despeje de la velocidad

$$Q_2 = \text{_____} * v_2$$

$$v_2 = \text{---}$$

Donde $s_2 = \pi r^2$; r es el radio de la tubería Reemplazando variables

$$v_2 = \text{__}$$

$$v_2 = \text{---}$$

Rta:

1.3. ¿Cuál es la velocidad media del agua que pasa por la tubería cuando se utiliza el registro de agua?

Para abordar esta pregunta es necesario que el estudiante exprese la Ecuación caudal en función del área y la velocidad:

Ecuación

Proceso algebraico del despeje de la velocidad

$$Q_2 = \text{_____} * v_2$$

$$v_2 = \text{—}$$

Donde $s_2 = \pi r^2$; r es el radio de la tubería Reemplazando variables

$$v_2 = \text{—}$$

$$v_2 = \text{—}$$

Nota: ¿Qué piensas que influye en la variación de la velocidad del agua cuando se utiliza una llave de agua o un registro?

- **Quinta Sesión.**

Esta sesión estará orientada para que el estudiante desarrolle las preguntas planteadas y, despeje las ecuaciones necesarias para la resolución de los problemas se enfatiza sobre el número de Reynolds por lo cual, se pide en principio que el estudiante exprese la interpretación que tiene de cada uno de los flujos (Turbulento y laminar) y finalmente que encuentren el número de Reynolds en cada una de las experiencias . El estudiante deberá mostrar todo el proceso algebraico que se debe tener para obtener la magnitud de cada variable y hacer un análisis de estos.

1.1.Comprobar cuál es el flujo que está asociado a las dos experiencias.Encontrando fluidos

Un fluido es una sustancia material continua que se encuentra en nuestro alrededor en forma de líquidos como el agua, el aceite, el alcohol etc. Los líquidos están compuestos por pequeñas moléculas no tan próximas entre sí, con enormes fuerzas cohesivas o fuerzas de atracción que mantienen unidas las moléculas semejantes.

¿Qué piensas físicamente de la corriente de un río?

Para complementar lo anterior se observa que el agua de un río no se encuentra inmóvil siempre está en movimiento, siguiendo una corriente, en este sentido, podemos evidenciar que el río siempre se está moviendo. Para expresar el enunciado anterior en un solo concepto es necesario recurrir al lenguaje científico que determina formalmente en una sola palabra las características del movimiento del fluido.

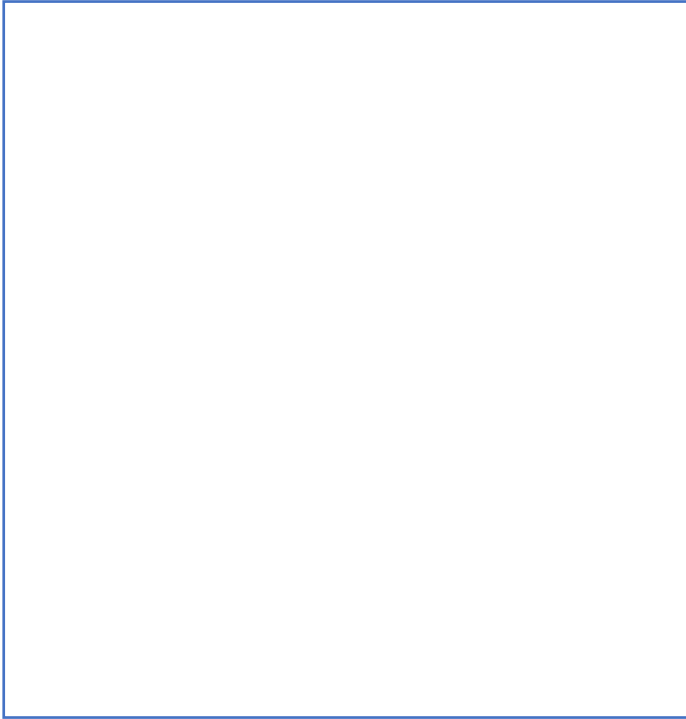
La corriente de un fluido se define como el flujo, es decir, denotamos al movimiento que lleva el fluido como el flujo de este.

Preguntas Orientadoras

- **¿Qué entendemos por fluidos?**
- **¿Qué entendemos por flujos?**

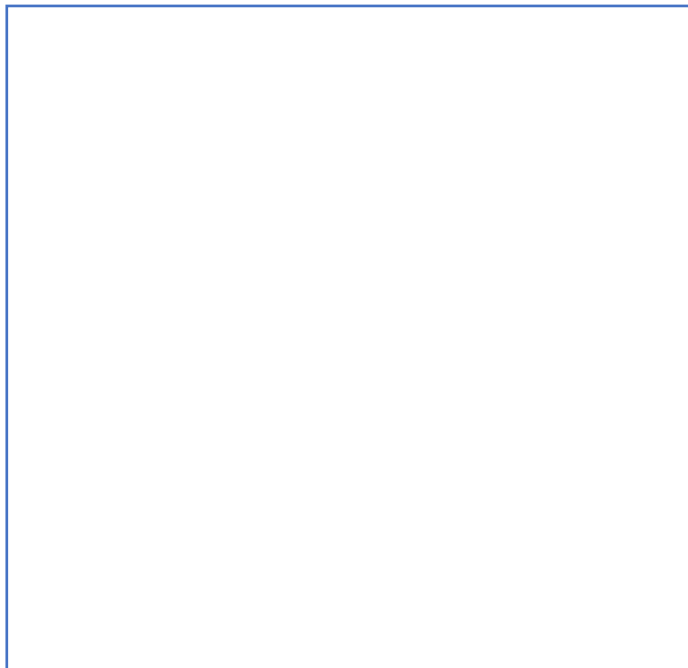
Desde su experiencia, **¿qué tipos de flujo se pueden evidenciar en la naturaleza?**

Let's go! Busquemos más tipos de flujos.



- La naturaleza de los flujos turbulentos tiene tendencia hacia el desorden, este tipo de flujo se caracteriza por trayectorias circulares erráticas, semejantes a remolinos y ocurre cuando las velocidades de flujo son generalmente muy altas.

¿Cuál crees que es la interpretación del flujo turbulento?



- En el flujo laminar las trayectorias de las moléculas son paralelas no se cruzan entre ellas ni se entremezclan, no tienen interrupción entre las mismas, cada partícula sigue una trayectoria suave en línea recta con velocidades bajas y viscosidades altas lo cual favorece su trayectoria.

¿Cuál crees que es la interpretación del flujo laminar?

Docente investigador

¿Qué magnitudes físicas considera que están asociadas a las trayectorias de un flujo laminar y turbulento ?

¡EUREKA!

Número de Reynolds.

El flujo de un fluido – movimiento de un fluido-, permanece constante siempre y cuando las partículas del líquido no tengan un componente de la velocidad perpendicular a la dirección del flujo, estos elementos permiten designar al movimiento el nombre de ‘flujo laminar. Sin embargo, existen casos en que el fluido es perturbado por la diferencia de presiones entre sus extremos y por tanto el fluido alcanza una mayor velocidad que lo hace inestable o laminar convirtiéndose así, en un flujo turbulento, como lo menciona Jou et al. (1994) en el flujo turbulento se desarrollan componentes de la velocidad perpendiculares al flujo neto de fluido, estableciéndose un flujo neto de momento por todas las zonas del tubo.

Existe una magnitud adimensional denominada número de Reynolds cuyo valor sirve para determinar si un flujo es laminar o turbulento Jou et al. (1994), así pues, el número de Reynolds nos permite tener una concepción sobre la dinámica del flujo con el que se está trabajando en un determinado experimento, el número de Reynolds es expresado mediante la siguiente ecuación:

$$Re = \frac{\rho v d}{\mu}$$

Donde:

Re = número de reynolds

ρ = densidad del fluido, (***kg/m³***)

d = diametro de la tubería (***m***)

μ = viscosidad $\frac{N \cdot s}{m^2}$

Sin embargo, para la enseñanza de esta magnitud es importante analizar cada una de las magnitudes que estructuran la misma ya que, la densidad, la velocidad y la viscosidad del fluido son determinantes al igual que el diámetro de la tubería en el resultado del número de Reynolds y por tanto en la caracterización del fluido. Se dice entonces que:

Si $R_e < 1000$, el flujo es laminar.

Si $1000 < R_e < 1500$ el flujo es inestable (no se puede saber si es laminar o turbulento). Si $R_e > 1500$ el flujo es turbulento.

Considerar el número de Reynolds dentro de este trabajo permite que los estudiantes puedan diferenciar matemáticamente y evidenciar la diferencia entre los distintos tipos de flujo, sin embargo, en la propuesta planteada se comprenderá el flujo laminar pues, se necesita un sistema mucho más estructurado para poder evidenciar el flujo turbulento.

Sustancia	Densidad (ρ) kg/m ³	Viscosidad (μ) N.s/m ²
Agua a temperatura ambiente	997	1.0 x 10 ⁻³

Para comprobar cuál es el flujo que está asociado a las dos experiencias, es necesario, que el estudiante tenga en cuenta la ecuación de número de Reynolds.

Ecuación

Proceso algebraico para encontrar el número de Reynolds de la experiencia 1

Rta:

Proceso algebraico para encontrar el número de Reynolds de la experiencia 2

Rta:

- **Sexta Sesión.**

Finalmente en esta última sección se posibilitará un espacio de discusión en el que se discuta sobre la recolección de datos y sobre lo aprendido, escuchando cada uno de los comentarios de los

estudiantes y sus experiencias en la construcción del prototipo hidrodinámico, el docente entonces reflexionara y retroalimentara los elementos conceptuales y matemáticos que se abordaron en la cartilla para una mejor comprensión, Además de esto, se pide reflexionar frente a la importancia de la aplicabilidad de los conocimientos en un determinado contexto fundamentándola desde el análisis que se hace en el documento escrito de donde surge esta propuesta.

Análisis y conclusiones

Recordar : 1.5 ¿Con qué criterios asumimos ese valor como el más apropiado o cercano al “valor verdadero” de la magnitud que se quiere medir? **1.6** ¿Qué papel juega en este criterio los promedio?

1.1. ¿Cuántos datos deben obtenerse para que su valor sea significativa y confiable?

1.2. ¿Los tiempos medidos en las dos experiencias son diferentes? –justifique su respuesta-

3.3. Fundamento pedagógico

Esta propuesta pedagógica está fundamentada a partir del aprendizaje significativo de manera que, se plantean y se promueven:

1. Actividades con problemas contextualizados frente a las prácticas cotidianas en las que se le da un mal manejo al agua.
2. El trabajo en conjunto que posibilita el intercambio de ideas y saberes, lo cual permite hacer un análisis del problema desde diferentes perspectivas asignándole de esta manera distintos modos de resolverlo.

3. Espacio de educación no formal para la construcción de conocimiento ya que, en éste se abordarán conceptos centrados en los gustos e intereses de quienes asisten.
4. La cartilla didáctica como el recurso didáctico principal para la construcción de un prototipo hidrodinámico.

El hecho de que el estudiante construya el prototipo hidrodinámico posibilita en él una mayor facilidad de comprender los conceptos asociados a dicho montaje y adicionalmente lo lleva a cuestionarse frente al mecanismo de éste, es decir, a medida que el estudiante corta, acopla y mide, comienza a considerar las variables que influyen en el funcionamiento del prototipo.

Sin embargo, en esta parte del montaje, el docente será fomentador de preguntas tales como ¿Qué crees que pasa con la velocidad del líquido si el tubo se cambia por otro tubo con un diámetro mayor?, ¿Qué crees que pasa con la velocidad del líquido si el tubo se cambia por otro con un diámetro menor? ¿Crees que influye en algo la longitud del tubo? Estas preguntas invitan al estudiante a: (a) cuestionarse frente al funcionamiento del prototipo. (b) asimilar los conceptos asociados de una manera no arbitraria y sustancial (área, diámetro, longitud, etc.) y, por tanto, los concibe desde su experiencia y no desde la simbología. No obstante, es necesario mostrar las unidades asociadas a cada concepto y realizar los procesos algebraicos presentados en la cartilla.

A partir del sistema hidrodinámico, se espera que el estudiante se cuestione frente a los diámetros de los tubos, las propiedades de los flujos y, así mismo, tenga en cuenta que la más mínima variación que se le haga el sistema puede alterar la funcionalidad de éste. Para esto, el docente será un orientador y constructor de preguntas complejas de manera que, éstas lleven al estudiante a comprender de qué depende la velocidad de un fluido y, por tanto, el papel del área del tubo.

El docente que utilice en su quehacer educativo la cartilla didáctica se le sugiere promover el aprendizaje significativo esto con el fin de que, en cada sesión que se plantea, se esté dotando al estudiante con experiencias nuevas que lo lleven a adquirir juicios subjetivos y valorativos frente a los elementos conceptuales y matemáticos que se encuentran en dicho prototipo y los relacione consecuentemente con las concepciones previas que desde la experiencia misma ha construido.

Por consiguiente, se hace necesario promover un aprendizaje en conjunto en el que todos los estudiantes son participantes de la construcción del prototipo hidrodinámico a modo de grupo

posibilitando así, el intercambio de ideas y saberes que hacen que el aprendizaje se encuentre acompañado de experiencias significativas; entendiendo estas experiencias como diálogos, conversatorios, el compartir intereses en común, que hacen del aprendizaje más dinámico y, menos memorístico y repetitivo.

De esta manera, la enseñanza de la Física tiene que ir ligada al aprendizaje significativo trascendiendo del cómo al por qué en la búsqueda de explicaciones; el aprendizaje debe ser sustancial y no arbitrario para que cobre un verdadero significado en los conceptos, y símbolos permitiendo así la adquisición y retención de significados por un largo tiempo. El aprendizaje significativo en esta propuesta será promovido desde el principio hasta el final.

Conclusiones y alcances

Conclusiones

El optar por espacios de educación no formal para la construcción de conocimiento posibilita trabajar desde los intereses y gustos de las personas al mismo tiempo que permite contextualizar lo que se está aprendiendo, de este modo, en el caso del aprendizaje de la física se lleva a la comunidad a explorar otras formas de comprender, percibir y entender las conceptualizaciones, simbologías y ecuaciones que describen las leyes de la naturaleza y, por tanto, el desarrollo científico de la sociedad. Por tanto, concebir la escuela como un espacio permeable a los cambios del contexto social, abierta a su ambiente cultural, al intercambio de ideas y de saberes hacen del aprendizaje diferente y significativo.

En la implementación de la cartilla didáctica se espera que los jóvenes construyan conocimientos referentes a la hidrodinámica de manera significativa ya que, el disponer de un recurso didáctico diseñado desde el aprendizaje significativo se posibilita la construcción permanente de experiencias que, a lo largo del tiempo se configuran en conocimientos previos de los sujetos. Enseñar y aprender física conlleva no solo a plantear y demostrar ecuaciones si no que, además lleva a aplicar el conocimiento adquirido en función de las necesidades sociales y culturales.

En este orden de ideas, se incentiva a la comunidad de educadores a promover espacios de educación no formal en los que se promueva la investigación y la innovación y construcción de conocimiento a través de proyectos sostenibles con jóvenes de diferentes localidades, entendiendo que nuestra sociedad necesita de jóvenes críticos, constructivos y propositivos que fomenten y promuevan conocimientos éticos en pro de la comunidad.

Propuestas a futuro

Esta propuesta, por el contrario, invita a los maestros en general a apropiarse de las problemáticas y necesidades de su contexto ya que, por largos años han evidenciado las dinámicas políticas, sociales y culturales que atañen al mismo y, por tanto, como docentes se debe dar un aporte significativo para cambiar aquellas que desfavorecen a la sociedad.

Durante la universidad nos cuestionamos frente a las dinámicas que se admiten en los diferentes contextos. Sin embargo, aunque estos cuestionamientos permiten evidenciar las diferentes perspectivas que se tienen del comportamiento de la sociedad e identificar en lo que estamos mal, se cae en la rutina de vivir en el mundo del “pero”, palabra que se ha vuelto bastante connotativa para la sociedad en general - pero es que las personas, pero es que el gobierno, pero es que la escuela, pero es que la universidad, pero es que...-. Más que en intentar plantear propuestas significantes para los cambios sustanciales que tanto anhelamos, en virtud de ello propongo que se empiece a construir conocimiento desde lo local para de este modo transformar lo general.

Las personas tienden a anhelar que se le reconozca su labor por tanto se propone que, las propuestas que se desarrolle bajo esta modalidad sean presentadas en las respectivas Alcaldías Locales a las cuales se le asigna un presupuesto ‘presupuestos participativos’ para este tipo de propuestas que se desarrollan bajo un fundamento pedagógico, metodología y disciplinar lo suficientemente pensado y estructurado para mejorar el contexto sociocultural.

A partir de lo anterior, no solo podremos definir y decidir en qué se invierte el 50% del presupuesto de nuestras localidades, sino que también nos involucramos significativamente con las dinámicas que allí se gestionan pues, desde las localidades se adelantan proyectos culturales, deportivos, sociales pedagógicos etc. que la gran mayoría de personas desconocen.

Por tanto, esta propuesta de construcción de conocimiento en contextos de educación no formal en cualquier área posibilita comenzar a hacer cambios sustanciales desde lo local, agrupar a los jóvenes, adultos o adultos mayores dependiendo los intereses permiten mejorar las dinámicas sociales y culturales de un determinado contexto atendiendo las necesidades y problemática. Además de esto, desde el caso de los jóvenes se pueden potencializar ciertos conocimientos que seguramente en la escuela pasan desapercibidos, pero, que se necesitan reforzar para que el estudiante comprenda, de manera significativa, la necesidad de aplicar el conocimiento que adquiere por gusto en un determinado contexto, en relación entre la escuela – medio.

Alcances

Se busca que esta propuesta sea aplicada en la localidad de San Cristóbal en la que jóvenes con conocimientos previos de hidrodinámica quieran participar de forma autónoma en la construcción de un prototipo hidrodinámico. En principio el enfoque disciplinar estará fijado en una sola área, sin embargo, se busca promover la construcción de conocimientos afines a la física.

En un futuro se espera que las localidades con ayuda de maestros comiencen a destinar no sólo recursos sino orientación, hacia proyectos enfocados a la ciencia, tecnología e innovación de manera que, se puedan alcanzar los objetivos planteados por el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación que entren en este campo (Anexo 1). Lo anterior llevará a los jóvenes a participar en proyectos innovadores desde la educación no formal y a pensar que la Física puede contribuir en gran manera en un determinado contexto social. Además de esto, que los lleve a ser reconocidos en la comunidad científica pues, desde pequeños se plantearán proyectos de innovación.

Referencias

- Arca, M., Guidoni, P., y Mazzoli, P. (1990) *Enseñar ciencia. Cómo empezar: reflexiones para una educación científica de base*. Barcelona: Paidós.
- Ausubel, D. (1976). Significado y aprendizaje significativo. *Psicología educativa: un punto de vista cognoscitivo*. México.
- Bazant, J. (2003). Sistemas urbanos alternativos para el biotratamiento y reciclaje de aguas residuales en colonias de bajos ingresos. *Papeles de población*, 9(36), pp. 241-259. Recuperado de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-74252003000200010&lng=es&tlng=es.
- Concesa, C. (2009)¿Qué aprendizaje promueve el desarrollo de competencias? Una mirada desde el aprendizaje significativo. *Qurrriculum: Revista de Teoría, Investigación y Práctica Educativa*. Universidad de Burgos. España.
- Cuervo, B. (2016). *Operación del planetario de Bogotá, como centro de divulgación de la cultura científica*. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/10654/7910>
- Cohen, B. (1983) *La revolución newtoniana y la transformación de las ideas científicas*. Madrid: Alianza Editorial, S.A.
- Chroback, R. (2017). El aprendizaje significativo para fomentar el pensamiento crítico. *Archivos de Ciencias de la Educación*, 11 (12). Universidad Nacional de La Plata. Argentina.
- Cordova, R. (2011). *La enseñanza de la física mediante un aprendizaje significativo y cooperativo en Blended Learning*. Universidad de Burgos. España.
- Doin, G. (2012). *La educación prohibida* [Archivo de video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=-1Y9OqSJKCc>
- Duarte, J. (2003). Ambientes de aprendizaje: una aproximación conceptual. *Estudios pedagógicos (Valdivia)*, (29), 97-113. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-07052003000100007>
- Deriard, A., Matteucci, C., Álvarez, L., y Lanzillotta, S.(2016). *Una propuesta alternativa no formal para la formación de maestros y profesores en ciencias naturales y matemática*. Universidad Tecnológica Nacional. Facultad Regional Avellaneda.
- Departamento Administrativo de la Función Pública. (2019). Decreto 2226, por el cual se establece la estructura del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación y se dictan

otras disposiciones.

- Fernandez, M., Tuset, A., Perez, R., y Leyva, A. (2009). Concepciones de los maestros sobre la enseñanza y el aprendizaje y sus prácticas educativas en clases de ciencias naturales». *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 27 (2).
- García, E. (2005). La evaluación del aprendizaje: de la retroalimentación a la autorregulación. el papel de las tecnologías. *Revista Electrónica de Investigación y Evaluación Educativa*. Universidad de Sevilla.
- Garay, F. (2011). Perspectivas de historia y contexto cultural en la enseñanza de las ciencias: discusiones para los procesos de enseñanza y aprendizaje. *Revista Ciencia y Educación*, 17 (1), pp. 51-62. Recuperado de <https://www.scielo.br/pdf/ciedu/v17n1/04.pdf>
- Gîmbuță, A. (2011). Non-Formal Education- a Logical Analysis of the Term. *Journal Plus Education / Educatia Plus*, 7(2), 266–286.
- González, M. (2011). *Estilos de aprendizaje: Su influencia para aprender a aprender*. Recuperado de <https://repository.udca.edu.co/handle/11158/403>
- Guzmán, E. (2019). *Propuesta de enseñanza en la asignatura de física: un facilitador de aprendizaje en la mecánica de fluidos para alumnos de enseñanza media* [Tesis de grado]. Chile: Universidad del Bío-Bío. Escuela de Pedagogía en Ciencias Naturales.
- Halloun., I. (1996). Schematic Modelling for Meaningful Learning of Physics. *Journal of Research in Science Teaching*, 33 (9), pp. 1019-1041
- Garita, G.(2001). Aprendizaje significativo: Un asunto de subjetividad e interacción en el aprendizaje. *Ciencias Sociales* 92-93: 157-169.
- Jou, D., Llebot, J. & Pérez ,C. (1994). *Física para ciencias de la vida*. España: MCGraw-Hill.
- Ministerio de Educación Nacional. (1994). Ley 116 General de Educación. Bogotá: MEN.
- Lafuente, A., y Cancela, M. (2010). Como hacer un prototipo. España.
- Rodríguez (2009). Cambios Metodológicos Relacionados Con El Aprendizaje De Las Ciencias. *Educación* (03797082), 33(1), 61–73.
- Moreira, M. (2012). Organizadores previos y aprendizaje significativo. *Revista Chilena de Educación Científica*. Porto Alegre.
- Moreira, M. (2017). Aprendizaje significativo como un referente para la organización de la enseñanza. Universidad Federal de Rio Grande. Brasil: Archivos de Ciencias de la

Educación

- Palomino, V.(1996). *Teoría del aprendizaje significativo de David Ausubel*. II Encuentro de Físicos. Inka.UNSAAC.
- Pastor, M. (2001). Orígenes y evolución del concepto de educación no formal. *Revista Española de Pedagogía*, 220, 525–544.
- Pujol, J., Fons, J., Gómez, R. (1978). *Los métodos en la enseñanza universitaria*. Universidad de Navarra, Ediciones Universidad de Navarra. *España: Funsu*.
- Rodríguez, M. (2004).La teoría del aprendizaje significativo. *Ponencia presentada en la First Intenational Conference on Concept Mapping*. Pamplona (España), 14-17 de septiembre. Págs. 535-544.
- Ramos, C., Pérez, T., Franco, M., Corrales, D., & Aguilera, J. (2007). Una experiencia de entre la educación formal y la no formal. *Nodos Y Nudos*, 3(22). Recuperado de <https://doi.org/10.17227/01224328.1308>.
- Ruiz, J. (2015). *Estrategias para favorecer el aprendizaje significativo de la dinámica de fluidos en las estudiantes del grado décimo del colegio madre Elisa Roncallo* [Trabajo de Grado]. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional. Recuperado de <http://hdl.handle.net/20.500.12209/2136>.
- Rocha A., Bertelle A. (2006) Educación no formal para el aprendizaje de las Ciencias. La experiencia en el marco del Proyecto Difusión de la Ciencia en la Escuela. *Actas XVII Encuentro Estado de la Investigación Educativa: «Educación y Pobreza: alumnos, docentes e instituciones»*. Universidad Católica de Córdoba.
- Sánchez, I. (2017). Aprendizaje basado en preguntas y su impacto en las estrategias de aprendizaje en física. *X congreso internacional sobre investigación en didáctica de las ciencias*. Universidad del Bio Bio. Chile.
- Silva, R. (2011). *La enseñanza de la física mediante un aprendizaje significativo y cooperativo en Blended Learning* [Tesis de Doctorado]. España: Universidad de los Burgos.
- Trillas, J. (1993). La escuela y el medio. una reconsideración sobre el contorno de la institución escolar. Coruña (España).
- Verdugo, B. (2012). Propuesta de elaboración de una cartilla didáctica para el uso adecuado de

los medios de comunicación en el proceso de enseñanza aprendizaje en los niños del sexto año de educación básica de la escuela “Nicolás Muños Dávila” de la comunidad de Yanacocha, del Cantón Biblian, provincia del cañar durante el año electivo 2011-2012. Ecuador.

Vjollca, A. (2019). Teachers' Attitudes and Practices Towards Formative Assessment in Primary Schools. *Journal of Social Studies Education Research. University of Prishtina.*

White F, (2003) *Mecánica de fluidos. Departamento de Motopropulsión y Termo fluidodinámica.* Madrid: Escuela Técnica Superior de Ingenieros Aeronáutica. Universidad politécnica de Madrid.

Zabalegui, M., y Santos, A. (2014). Espacios alternativos de enseñanza de las ciencias. *Revista de Educación en Biología*, 17 (2), pp.111-117. Recuperado de <https://core.ac.uk/download/pdf/334408357.pdf>

Anexos

Anexo 1. Objetivos del Ministerios de Ciencia, Tecnología e Innovación

De conformidad con el artículo 2° de la Ley 1951 de 2019, modificado por el artículo 126 de la Ley 1955 de 2019, cumplirá los siguientes objetivos generales y específicos:

Objetivos generales

1. Formular la política pública de ciencia, tecnología e innovación del país.
2. Establecer estrategias para el avance del conocimiento científico, el desarrollo sostenible, ambiental, social, cultural y la transferencia y apropiación social de la Ciencia, la Tecnología, la Innovación, para la consolidación de una sociedad basada en el conocimiento.
3. Impulsar el desarrollo científico, tecnológico y la innovación de la Nación, programados en la Constitución Política de 1991 y en el Plan Nacional de Desarrollo, de acuerdo con las orientacionestrazadas por el Gobierno nacional.
4. Garantizar las condiciones necesarias para que los desarrollos científicos, tecnológicos e innovadores, se relacionen con el sector productivo y favorezcan el emprendimiento, la productividad y la competitividad.
5. Velar por la consolidación y fortalecimiento del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SNCTI).

Objetivos específicos

1. Fortalecer una cultura basada en la generación, apropiación y divulgación del conocimiento y la investigación científica, el desarrollo tecnológico, la innovación y el aprendizaje permanente, que considere, entre otras, las reflexiones de la ética en la investigación, la bioética y la integridadcientífica.
2. Definir las bases para la formulación de un Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación.
3. Incorporar la Ciencia, Tecnología e Innovación (CTel), como ejes transversales de la política educativa, cultural, económica y social del país.

4. Fortalecer el Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SNCTI), liderando y articulando a las organizaciones públicas y privadas, regionales, nacionales e internacionales, que permitan el desarrollo de una sociedad del conocimiento.
5. Definir las instancias e instrumentos administrativos y financieros por medio de los cuales se promueve la destinación de recursos públicos y privados al fomento de la Ciencia, Tecnología e Innovación.
6. Fortalecer la capacidad de transferencia de la tecnología producida en las universidades y centros de investigación y desarrollo tecnológico en beneficio del sector productivo nacional, a través del mejoramiento de la conectividad de las redes académicas de investigación y educación.
7. Articular y optimizar las instancias de liderazgo, coordinación y ejecución del Gobierno nacional y la participación de los diferentes actores de la política de Ciencia, Tecnología e Innovación.
8. Fortalecer el desarrollo regional a través de políticas integrales de descentralización de las actividades científicas, de desarrollo tecnológico y de innovación.
9. Fortalecer la internacionalización de las actividades científicas, de desarrollo tecnológico y de innovación, de acuerdo con las dinámicas internacionales, a través de la cooperación internacional, la diáspora y redes, entre otros.
10. Orientar el fomento de actividades de ciencia, tecnología e innovación, hacia el avance del conocimiento científico, el desarrollo sostenible ambiental, social, cultural y el mejoramiento de la competitividad, estableciendo vínculos desde el Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SNCTI), con otros sistemas tales como el Sistema Nacional de Innovación Agropecuaria (SNIA), el Sistema Nacional Ambiental (SINA), el sistema educativo, entre otros, en el marco del Sistema Nacional de Competitividad e Innovación (SNCI).
11. Establecer disposiciones generales que conlleven al fortalecimiento del conocimiento científico y el desarrollo de la innovación para el efectivo cumplimiento de la ley que crea el Ministerio y del presente decreto.