

Propuesta didáctica para el desarrollo de habilidades cognitivas en Física desde el estudio de la mecánica de fluidos y la aplicación de sus principios al análisis de un cohete hidráulico.

Yeffer Alejandro Peña.

Dirigido por: M.Cs. Yecid Javier Cruz Bonilla

Universidad Pedagógica Nacional

Facultad de Ciencia y Tecnología

Licenciatura en Física

Bogotá


2018

A la negra Pan... siempre se podrá tener nuevos ojos.

## **Agradecimientos**

iii

A todas esas personas  
Que con su interpretación de la realidad nos llevan a reconocer  
El gran valor de seguir estudiando este y todos los universos a través de la Física.

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <small>Edici6n 2017</small>	FORMATO	
	RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE	
Código: FOR020GIB	Versión: 01	
Fecha de Aprobación: 10-10-2012	Página iv de 92	

1. Información General	
<b>Tipo de documento</b>	Trabajo de Grado
<b>Acceso al documento</b>	Universidad Pedagógica Nacional. Biblioteca Central
<b>Título del documento</b>	Propuesta didáctica para el desarrollo de habilidades cognitivas en Física desde el estudio de la mecánica de fluidos y la aplicación de sus principios al análisis de un cohete hidráulico.
<b>Autor(es)</b>	Peña Leguizamón, Yeffer Alejandro
<b>Director</b>	Cruz Bonilla, Yecid Javier
<b>Publicación</b>	Bogotá. Universidad Pedagógica Nacional, 2017, 50p.
<b>Unidad Patrocinante</b>	Universidad Pedagógica Nacional.
<b>Palabras Claves</b>	HABILIDAD, DESARROLLO DE HABILIDADES, HABILIDADES EN CIENCIAS NATURALES, DINÁMICA DE FLUIDOS, COHETES HIDRÁULICOS, EDUCACIÓN RELACIONAL.

2. Descripción	
<p>El trabajo de grado presenta una propuesta didáctica dirigida al desarrollo de habilidades cognitivas propias al campo de las Ciencias Naturales, en particular en el campo de la física. Por un lado se abordan elementos y principios relacionados con la Dinámica y Estática de fluidos para que sean articulados en el estudio de una aplicación de esto, como son los cohetes hidráulicos.</p> <p>El trabajo se enfoca al desarrollo de habilidades cognitivas científicas, lo cual implica la revisión de lo que es una habilidad y como se logra su desarrollo, así como, cuáles son las etapas de este y cuál es la propuesta de habilidades cognitivas en ciencias naturales construida en los últimos años.</p> <p>Esta propuesta se considera innovadora, dado que surge como una respuesta a la dificultad de tener en el campo de la física por tradición una enseñanza enfocada al contenido y a la memorización de leyes y procesos que no brinda elementos al estudiante para acceder y transformar su realidad. La propuesta vincula a los estudiantes con nuevos elementos para construir nuevas relaciones con su entorno, donde prime una nueva visión y perspectiva apoyada en el camino de la ciencia y de las habilidades cognitivas que esta contribuye a desarrollar. De la mano de lo anterior la propuesta esboza un nuevo horizonte para la enseñanza de la física y a la vez permite ver los retos que enfrentarán tanto</p>	

educadores como estudiantes en la construcción de su nuevo rol en el desarrollo de habilidades cognitivas en esta área.

### 3. Fuentes

- Acevedo, J. A. (2004). Reflexiones sobre las finalidades de la enseñanza de las ciencias: educación científica para la ciudadanía. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 1, 3-16.
- Acosta, D. & Vasco, C. (2013). *Habilidades, competencias y experticias: más allá del saber qué y el saber cómo*. Bogotá, Colombia, Corporación Universitaria Unitec. Universidad de Manizales y La Fundación Centro Internacional de Educación y Desarrollo Humano (Cinde).
- Anderson, J. (1982). Acquisition of cognitive skill. *Psychological review*, 89(4), 369-406. doi: 10.1037/0033-295X.89.4.369
- Ansón, J. A., y Torija, B. B. (2017). Resultados e implicaciones de una propuesta para promover el desarrollo de las destrezas científicas en un aula de Biología de bachillerato. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 16(1), 132-151. Recuperado en [http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen16/REEC\\_16\\_1\\_7\\_ex1079.pdf](http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen16/REEC_16_1_7_ex1079.pdf)
- Caamaño, A. (2012). La investigación escolar es la actividad que mejor integra el aprendizaje de los diferentes procedimientos científicos. En E. Pedrinaci (Coord.), *11 Idea Clave. El desarrollo de la competencia científica* (pp. 127–146). Barcelona: Graó.
- Carroll, J. B. (1992). Cognitive abilities: The state of the art. *Psychological Science*, 3(5), 266-270. doi: 10.1111/j.1467-9280.1992.tb00669.x.
- Carroll, J. B. (1993). *Human cognitive abilities: A survey of factor-analytic studies*. New York: Cambridge University Press.
- Colegio Fontán. (2016) PEI.
- Diagrama del cohete. [Figura 13]. Adaptado de: [http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/fluidos/dinamica/cohete/cohete.htm#Datos del cohete](http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/fluidos/dinamica/cohete/cohete.htm#Datos%20del%20cohete)
- Feynman, R. (1971), *Física volumen I: Mecánica, radiación y calor*, México DF, México, Addison Wesley
- Fitts, P.M.; & Posner, M.I. (1967). *Human performance*. Belmont, CA: Brooks/Cole.
- Finney, G. A. (1997). Analysis of a water-propelled rocket: A problem in honors physics. *American Journal of Physics*, Vol. 68, No. 3, March 2000. Recuperable en: [https://www.researchgate.net/profile/Greg\\_Finney2/publication/253753714\\_Analysis\\_of\\_a](https://www.researchgate.net/profile/Greg_Finney2/publication/253753714_Analysis_of_a)

[\\_water-propelled\\_rocket\\_A\\_problem\\_in\\_honors\\_physics/links/572b8ac308ae057b0a09545a/Analysis-of-a-water-propelled-rocket-A-problem-in-honors-physics.pdf?origin=publication\\_detail](https://www.researchgate.net/profile/Greg-Finney2/publication/253753714_Analysis_of_a_water-propelled_rocket_A_problem_in_honors_physics/links/572b8ac308ae057b0a09545a/Analysis-of-a-water-propelled-rocket-A-problem-in-honors-physics.pdf?origin=publication_detail)

Finney, G. A. (1997). Diagrama del cohete de agua. [Figura 14]. Tomado de: Analysis of a water-propelled rocket: A problem in honors physics. American Journal of Physics, Vol. 68, No. 3, March 2000. Recuperable en:

[https://www.researchgate.net/profile/Greg\\_Finney2/publication/253753714\\_Analysis\\_of\\_a\\_water-propelled\\_rocket\\_A\\_problem\\_in\\_honors\\_physics/links/572b8ac308ae057b0a09545a/Analysis-of-a-water-propelled-rocket-A-problem-in-honors-physics.pdf?origin=publication\\_detail](https://www.researchgate.net/profile/Greg-Finney2/publication/253753714_Analysis_of_a_water-propelled_rocket_A_problem_in_honors_physics/links/572b8ac308ae057b0a09545a/Analysis-of-a-water-propelled-rocket-A-problem-in-honors-physics.pdf?origin=publication_detail)

Gardner, H. (2004). The unschooled mind (2<sup>a</sup> ed.). New York: Little, Brown and Company.

González, D. y García, Y. (2014). Desarrollo de habilidades científicas en la formación inicial de profesores de ciencias y matemática. Educ. Educ. 17 (2), 271-285. Doi.10.5294/edu.2014.17.2.4

Hill, N. M., & Schneider, W. (2006). Brain changes in the development of expertise: Neuroanatomical and neurophysiological evidence about skill-based adaptations. En K. A.

Ishii, N., (2008). Cohetes de Agua. Manual del Educador. Organismo de Exploración Aeroespacial del Japón, Centro de Educación Espacial.

Ishii, N., (2008). Componentes de un Cohete hidráulico. [Figura 12]. Adaptado de: Cohetes de Agua. Manual del Educador. Organismo de Exploración Aeroespacial del Japón, Centro de Educación Espacial. (p. 12)

Kian, J. (2014). Learn Physics with a Water-Propelled Rocket. National Space Agency, Malaysia, Abstract Number: 430. Recuperado de

<https://www.noexperiencenecessarybook.com/o85mw/learn-physics-with-a-water-propelled-rocket-jong-tze-kian.html>

Kian, J. (2014). The different forces  $F^r$  acting on the water rocket model. (Las diferentes fuerzas  $F$  actuando sobre el modelo de cohete de agua ). [Figura 15]. Tomado de: Learn Physics with a Water-Propelled Rocket. National Space Agency, Malaysia, Abstract Number: 430.

Recuperado de <https://www.noexperiencenecessarybook.com/o85mw/learn-physics-with-a-water-propelled-rocket-jong-tze-kian.html>

Kian, J. (2014). The force curve during the water and air thrust phases. i) net force corrected with gravity and air drag (solid line); ii) net force corrected only with gravity (wide dashed line); iii) thrust only (short dashed line). [Figura 16]. Tomado de: Learn Physics with a Water-Propelled Rocket. National Space Agency, Malaysia, Abstract Number: 430. Recuperado de <https://www.noexperiencenecessarybook.com/o85mw/learn-physics-with-a-water-propelled-rocket-jong-tze-kian.html>

Kian, J. (2014). The acceleration (solid line) and exhaust velocity (dashed line) during the water and air thrust phases. [Figura 17]. Tomado de: Learn Physics with a Water-Propelled Rocket. National Space Agency, Malaysia, Abstract Number: 430. Recuperado de <https://www.noexperiencenecessarybook.com/o85mw/learn-physics-with-a-water-propelled-rocket-jong-tze-kian.html>

Las fuerzas como vectores. [Figura 3]. Recuperado de

<https://sites.google.com/site/fuerzasenlodebachillerato/las-fuerzas-como-vectores>

Martin, R., Sexton, C. y Franklin, T. (2009). Teaching science for all children: Inquiry methods for instructing understanding (4 ed.). Boston: Pearson Education.

MINEDUC (2012). Bases curriculares 2012. Santiago de Chile: MINEDUC.

Ministerio de Educación Nacional (2006), Estándares Básicos de Competencias en Lenguaje, Matemáticas, Ciencias y ciudadanas. Guía sobre lo que los estudiantes deben saber y saber hacer con lo que aprenden. Bogotá, Colombia, MEN. Recuperado de [http://www.mineduacion.gov.co/1621/articles-116042\\_archivo\\_pdf3.pdf](http://www.mineduacion.gov.co/1621/articles-116042_archivo_pdf3.pdf)

Ministerio de Educación Nacional (1998) *Lineamientos Curriculares de Ciencias Naturales y Educación Ambiental*. Bogotá, Colombia, MEN. Recuperado de [http://www.mineduacion.gov.co/1621/articles-89869\\_archivo\\_pdf5.pdf](http://www.mineduacion.gov.co/1621/articles-89869_archivo_pdf5.pdf)

Moreira, M. A. (2013). Enseñanza de la física: aprendizaje significativo, aprendizaje mecánico y criticidad. En Revista de Enseñanza de la Física, Vol. 26, No. 1, Dic 2014, 45-52.

Mott, R. L., (2006), *Mecánica de fluidos*, México, México: Pearson Educación.

Mott, R. (2006). Sección de tubería, con sección transversal variable. [Figura 4]. Adaptado de Mott (2006, p.156)

- Mott, R. (2006). La presión actúa sobre un volumen pequeño de fluido de modo uniforme y en todas las direcciones. [Figura 5]. *Mecánica de fluidos*, México, México: Pearson Educación. (p.12)
- Mott, R. (2006). La presión actúa sobre un volumen pequeño de fluido de modo uniforme y en todas las direcciones. [Figura 6]. *Mecánica de fluidos*, México, México: Pearson Educación. (p.12)
- Mott, R. (2006). Sección de tubería, con sección transversal variable. [Figura 7]. Adaptado de Mott (2006, p.156)
- Mott, R. (2006). Elemento de fluido en una tubería. [Figura 9]. Tomado de: Mott, R. L., (2006), *Mecánica de fluidos*, México, México: Pearson Educación. (p. 166)
- Mott, R. (2006). Elemento de fluido en una tubería. [Figura 10]. Tomado de: Mott, R. L., (2006), *Mecánica de fluidos*, México, México: Pearson Educación. (p. 166)
- Mott, R. (2006). Elemento de fluido en una tubería. [Figura 11]. Tomado de: Mott, R. L., (2006), *Mecánica de fluidos*, México, México: Pearson Educación. (p. 166)
- Peralta, R., y Fabi, (1993), *Fluidos: Apellidos de líquidos y gases*, México DF, México, Fondo de cultura económica.
- Peralta, R., y Fabi, (1993). Flujo uniforme y lento alrededor de un cilindro circular. [Figura 1]. Recuperado de [http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen3/ciencia3/115/html/sec\\_5.htm](http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen3/ciencia3/115/html/sec_5.htm)
- Peralta, R., y Fabi, (1993). Flujo uniforme y lento alrededor de un cilindro circular. [Figura 2]. Recuperado de [http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen3/ciencia3/115/html/sec\\_5.htm](http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen3/ciencia3/115/html/sec_5.htm)
- Peralta, R., y Fabi, (1993). Secciones de Leonardo da Vinci. [Figura 8]. Recuperado de [http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen3/ciencia3/115/html/sec\\_6.htm](http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen3/ciencia3/115/html/sec_6.htm)
- Streeter, V, (1979), *Mecánica de los fluidos*, México DF, México, McGraw Hill de México.
- Sun, R., Merrill, E., & Peterson, T. (2001). From implicit skills to explicit knowledge: A bottom-up model of skill learning. *Cognitive Science*, 25, 203-244. doi: 10.1207/s15516709cog2502\_2



#### 4. Contenidos

##### Capítulo 1 Marco Teórico

En este capítulo se presentan los elementos básicos para la caracterización de los fluidos enmarcados dentro de su desarrollo histórico y el estado en el que se conocen actualmente. Elementos que son articulados a la ecuación de continuidad y a la ecuación de Bernoulli para soportar el análisis del comportamiento de un cohete hidráulico.

##### Capítulo 2 Marco Pedagógico

El capítulo presenta el modelo de Educación Relacional, mostrando sus principios y proceso de aprendizaje que sigue el estudiante para la construcción de relaciones con su entorno. Posteriormente se presenta la teoría respecto a las habilidades cognitivas y su proceso de desarrollo, presentación que concluye con la consolidación de una propuesta de habilidades cognitivas para el área de Ciencias Naturales. Al cierre del capítulo se incluye la propuesta de cuatro temas o guías enfocados al desarrollo de habilidades cognitivas en Ciencias Naturales Física, articuladas al modelo de Educación Relacional y ligada a los aprendizajes de la dinámica de fluidos. En estas se incluye una propuesta para la construcción de cohetes hidráulicos.

##### Capítulo 3 Análisis y conclusiones

Este capítulo presenta el análisis respecto al avance en el proceso del desarrollo de habilidades cognitivas y plantea algunos retos encaminados al logro efectivo de la propuesta.

#### 5. Metodología

Respecto a la metodología, se parte de la construcción de una propuesta didáctica como respuesta a la dificultad identificada para el aprendizaje de la física en un pequeño grupo de estudiantes de secundaria del colegio Fontán. La propuesta didáctica es desarrollada como parte de su plan de estudios, monitoreada y evaluada para verificar su pertinencia en cuanto al desarrollo de habilidades en ciencias naturales.

#### 6. Conclusiones

A modo de conclusión, como resultado de la propuesta se logró una mayor aceptación y disposición para el desarrollo de temas como los que se incluyeron en la propuesta, ya que estos le permitía a ellos, a los estudiantes, la construcción de procesos propios, alejados de las prácticas mecánicas, repetitivas y memorísticas del aula tradicional, además que los ubicaba como los protagonistas de su propio proceso de aprendizaje ya que esta no pretendía unificar y estandarizar aprendizajes sino orientar un proceso personal de desarrollo de habilidades científicas. Aunque no se alcanza el desarrollo de los cuatro temas propuestos, sí se logra la construcción de un mayor sentido respecto a la importancia del aprendizaje de la Física por parte de los estudiantes y además recoger

evidencia que concuerda con las etapas identificadas para el desarrollo de habilidades cognitivas.

Por otro lado, es claro cómo el desarrollar habilidades científicas en el aula es un reto que involucra un giro en las prácticas tanto de educadores como de estudiantes, ya que, aunque se tenga una propuesta enfocada al desarrollo de habilidades en ciencia, su alcance será condicionado por la concepción que tengan los educadores respecto a lo que es una habilidad y a cómo se logra su desarrollo y además del recorrido que lleva el estudiante en sus clases de Física. Hecho que plantea el reto de capacitar tanto a los educadores del colegio Fontán para que logren construir y dirigir procesos enfocados al desarrollo de habilidades en Física, como a los estudiantes de modo que logren la construcción de ese nuevo rol en el cual son protagonistas de la construcción de sus aprendizajes y el desarrollo de sus propias habilidades cognitivas

<b>Elaborado por:</b>	Yeffer Alejandro Peña Leguizamon
<b>Revisado por:</b>	Yecid Javier Cruz Bonilla

<b>Fecha de elaboración del Resumen:</b>	21	02	2018
--	----	----	------

## Tabla de Contenidos

Planteamiento del problema.....	1
Capítulo 1 Marco teórico .....	4
Contexto histórico.....	4
Fluidos.....	7
Estática de fluidos .....	8
Presión.....	10
Dinámica de fluidos .....	11
Ecuación de continuidad.....	12
Ecuación de Bernoulli.....	14
Capítulo 2 Cohetes hidráulicos .....	17
Componentes de un cohete hidráulico .....	17
Presión del aire.....	18
Empuje .....	19
Movimiento del cohete .....	20
Resultados de la simulación.....	22
Capítulo 3 Marco pedagógico.....	24
Enseñanza de la física .....	24
Educación Relacional Fontán .....	25
Punto de partida. ....	26
Investigación. ....	27
Desarrollo de la habilidad. ....	27
Relación .....	28
Enfoque de la propuesta.....	28
Habilidad y su desarrollo .....	28
Habilidades en ciencias Naturales .....	36
Capítulo 4 Resultados y discusión. ....	40
Lista de referencias bibliográficas .....	i
Apéndice .....	i

## Planteamiento del problema

A pesar de las intenciones e ideas respecto al cambio en la Enseñanza de la Física en educación básica y media, nos situamos aún en prácticas en el aula que refuerzan un contenido mecánico y memorístico, pensado para satisfacer los requerimientos de unos exámenes de egreso de la educación básica y que no brinda elementos para que los estudiantes se acerquen a los desarrollos científicos actuales o que tomen referentes de un pensamiento y proceso científico para la toma de sus decisiones en la vida cotidiana, realidad que reflejan Ansón y Torija (2017) en su artículo sobre la enseñanza de las ciencias al citar a Acevedo (2004) y Caamaño (2012) “la ciencia que se debería enseñar tendría que ser válida y útil para el alumnado, permitiendo formar ciudadanos que pudieran tomar decisiones sobre los problemas científicos actuales; sin embargo, lo que nos encontramos es una enseñanza todavía centrada en la adquisición de conocimientos, sin incorporar ideas acerca de cómo se ha obtenido” (p. 133).

La anterior situación se refleja en los estudiantes del colegio Fontán en el momento en el que se enfrentan al desarrollo propio de sus planes de estudio. Ya que, a través de este no logran una aprendizaje efectivo que les brinde elementos para construir sus propios conocimientos o estrategias que los lleven a poder dar explicación de los fenómenos físicos que se presentan en su cotidianidad, estrategias que vinculen aprendizajes o acciones que desarrolla la ciencia para construir explicaciones.

La estrategia que se seguirá para responder a esta problemática será la de la construcción de una estrategia didáctica enfocada al desarrollo de habilidades cognitivas desde las Ciencias Naturales. Estrategia con la que cada estudiante a partir de unas guías sugeridas podrá seguir su propio camino en la construcción y desarrollo de sus aprendizajes y habilidades, con lo cual logrará dar ese sentido necesario al aprendizaje de la Física.

## Objetivos

### General

Construir una propuesta didáctica enfocada en el desarrollo de habilidades cognitivas en Ciencias Naturales Física, desarrollada a través del modelo de Educación Relacional del Colegio Fontán.

### Específicos

- Caracterizar los principios de la dinámica de fluidos involucrados en los temas o guías que se presentarán.
- Caracterizar el proceso para el desarrollo de una habilidad cognitiva.
- Identificar las habilidades propias del campo de las Ciencias Naturales Física.
- Estructurar los 4 temas o unidades que conformarán la propuesta, articulando entre estas el desarrollo de las habilidades cognitivas de Medir, Comparar, Explorar, Conjeturar, Predecir, Observar, Hipotétizar. Planificar, Plantear Problemas, Identificar Variables, Relacionar Variables, Controlar Variables, Registrar, Experimentar, Observar, Usar Teorías, Comunicar, Argumentar.

## **Introducción**

Este trabajo de grado presenta una propuesta didáctica de aprendizaje de la física para estudiantes del ciclo de básica y media, dirigida al desarrollo de habilidades cognitivas desde Ciencias Naturales y vinculada a aprendizajes propios de la mecánica de fluidos. En la primera parte muestra los aprendizajes asociados a la Dinámica de Fluidos y en la segunda los aborda en relación conjunta para dar cuenta de su aplicación al análisis del comportamiento de un cohete hidráulico. Eligiendo esta aplicación en particular por lo práctico, divertido y motivador que resulta ser para los estudiantes y además por la gran cantidad de aprendizajes de Física en él involucrados. En una tercera parte se muestra el enfoque de desarrollo de la propuesta, cuya directriz es el desarrollo de habilidades cognitivas en Ciencias Naturales Física.

Esta propuesta pedagógica se implementa en el Colegio Fontán. Colegio que desde hace 50 años viene desarrollando una nueva propuesta pedagógica, el modelo de Educación Relacional Fontán, el cual se presentará más adelante.

La propuesta se presenta en cuatro capítulos, el primero mostrará el marco teórico donde se desarrollan los conceptos asociados al estudio físico de los fluidos y el análisis de la ecuación de continuidad y la ecuación de Bernoulli en una aplicación práctica como lo son los cohetes hidráulicos; el segundo mostrará el marco pedagógico de “educación relacional”, la concepción de habilidad que guiará la propuesta y el campo de habilidades cognitivas científicas a abordar, elementos en donde se inscribe la propuesta; en la sección “Anexos” se incluirán los temas o unidades de la propuesta.

## **Capítulo 1**

### **Marco teórico**

#### **Contexto histórico**

A través del avance en la historia del hombre surge y se desarrolla la necesidad de explicar la conformación del universo y los fenómenos que allí se observan, lo cual, presenta diferentes retos desde la visión con la que se aborde. Uno podría suponer dos caminos, abordar el evento que se quiere explicar en forma global, desde sus manifestaciones como sistema o explicarlo desde la caracterización del comportamiento de cada uno de sus componentes. Un ejemplo de lo anterior sería el hecho de querer explicar el comportamiento de un fluido desde la suma de explicaciones del comportamiento de cada una de las partículas que lo componen, hecho que resaltan Peralta, R., y Fabi, (1993) en el siguiente texto, “Esto es particularmente cierto con los fluidos. Mucho más fructífera ha sido en cambio la búsqueda del comportamiento global, promedio y genérico de un sistema” (p. 22), lo cual nos situaría en el estudio de un fluido como un sistema.

Lo mostrado anteriormente nos traza un camino para el estudio del comportamiento de un fluido ya que al abordarlo partícula por partícula desde cierta visión, con la intención de explicar el comportamiento de un todo, tendríamos una gran cantidad de ecuaciones de movimiento por solucionar, cosa que nos sería inmanejable y no nos permitiría dar cuenta del comportamiento del fluido en estudio ya que la alteración, por pequeña que sea, en las variables involucradas es susceptible de aparecer en cualquier momento, lo cual nos llevaría a tener que redefinir las condiciones iniciales del sistema que se estudiaba.

En este recorrido la descripción macroscópica de un fluido se muestra exitosa. Una muestra de ello es la teoría cinética de los gases, construida por James Clerk Maxwell y Ludvig Boltzmann. Esta teoría se basa en la hipótesis del continuo, desde la cual las cantidades necesarias para definir a un fluido, como su temperatura, presión, volumen, densidad, etc.; están bien definidas para cualquier punto de él y la variación que presentan para dos puntos que lo componen es mínima; hecho que permite alejarse de la naturaleza discreta del fluido. Un punto del fluido corresponde en este caso a un pequeño volumen del

fluido con una cantidad representativa de partículas las cuales son reflejan las características del fluido.

Construir el cuerpo teórico que dará explicación del comportamiento de un fluido, implicará tres elementos; el primero referido a los elementos primitivos, cosas como la masa el espacio y el tiempo, este último concebido como parámetro que permite ordenar las diferentes estados por los que transcurre un fluido en la dinámica de un experimento o algún evento; el segundo las cantidades variables con las que se caracteriza o describe un fluido; el tercero un marco de referencia adecuado para determinar dichas variables desde donde se construye la explicación. (Peralta, R., y Fabi, 1993, p. 27).

En cuanto a las variables a estudiar, al elegir las estas deben dar una descripción exhaustiva y precisa del comportamiento de un fluido, el estudio de esta variables que caracterizan la dinámica de un fluido se ha venido condensando a través del tiempo en ciertas leyes que ahora manejamos, allí se relacionan tanto aquellas que se consideran dependientes como las independientes, independientes como el tiempo y el espacio y las otras propias al tipo de fenómeno estudiado.

Al abordar el marco de referencia se puede en principio hablar de dos, uno asociado a cada partícula del fluido y el otro asociado a diversos puntos del fluido. En el primero la dinámica sería la siguiente, tomaríamos a una partícula del medio, la seguiríamos a través de las diversas etapas del fenómeno y caracterizaríamos su comportamiento a lo largo de todo el fluido, para luego tomar otra, analizar su comportamiento y a partir de las múltiples observaciones lograr hacerse una idea del comportamiento del fluido. El segundo marco estaría asociado a la observación de un punto del fluido, describir y analizar lo que pasa justo allí, para luego tomar otra parte y determinar cuáles son las características del comportamiento del fluido en ese punto y con las múltiples observaciones que se hagan caracterizar el fluido en su totalidad. El primer camino muestra una visión lagrangiana y el segundo la visión desarrollada por Leonard Euler, esta segunda enmarcada en una visión de teoría de campos, la cual fue formulada por el mismo. En la práctica del estudio de la dinámica de fluidos se inicia con un estudio desde la visión de Lagrange y sin un límite visible entre las dos posturas, se pasa a una generalización desde el lenguaje de la propuesta de Euler.

Lo anterior cobra sentido a través de lo que menciona Peralta, R., y Fabi, (1993):



La formulación euleriana, en la que vamos observando diferentes puntos del espacio y estudiamos lo que allí sucede al transcurrir el tiempo, da lugar a una teoría de campos. ... vamos a introducir las variables dependientes, los campos, que nos facilitan la descripción de diversos procesos y la discusión de los principios subyacentes. Dividimos en dos clases a estas variables, los campos escalares y los campos vectoriales (p.29).

Respecto a los campos escalares el valor para cada punto del fluido estará determinado por un número, para los fluidos los campos escalares que se abordarán serán la densidad la temperatura y la presión.

En cuanto a la densidad la entenderemos como la razón entre la masa del material y su volumen o en otras palabras la masa por unidad de volumen (Streeter, 1979). Esta es una propiedad que caracterizará propiamente a cada material, no dependerá de la forma del material y ya que podría variar con la presión y la temperatura, se aclarara en caso de que deba ser considerado. Esta se puede representar como:  $\rho = \frac{m}{v}$

Donde  $\rho$  representa la densidad.

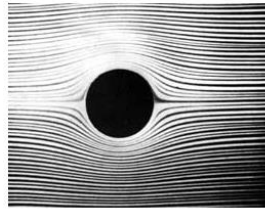
En cuanto a la temperatura, este es una propiedad asociada a la energía cinética media molecular de las partículas del fluido (o medio en estudio) (Feynman, 1963, p. 39-4).

Continuando esta caracterización, la presión se entenderá como “la fuerza normal que actúa sobre una superficie plana, dividida entre el área de la superficie” (Streeter, 1979, p.26). Al referirse a la presión en un punto de un fluido dicha área se reduciría a aquella que lo contenga a él; para nuestro caso los fluidos a emplear se considerarían incompresibles y expresaríamos la presión como:  $P = \frac{F}{A}$ :

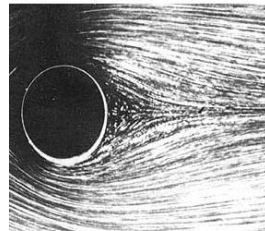
*P: presión; F: fuerza; A: área*

Luego de mencionar las variables escalares, es necesario mencionar las vectoriales. Estas definen a cada punto del espacio en donde se presente, la magnitud y orientación local del campo, condensados en un vector que al ser asociados a un marco de referencia cartesiano estaría definido por una terna de valores determinados a un tiempo preciso. Dichos campos se representan por medio de unas líneas de campo, cuya densidad ejemplificaría la magnitud del campo en dicha región, un caso de estos es la velocidad, que en el caso de los fluidos es conocida como líneas de corriente de flujo, que indicarían una mayor velocidad en donde

haya mayor concentración de éstas. En las siguientes figuras se ilustran estas líneas de corriente de flujo.



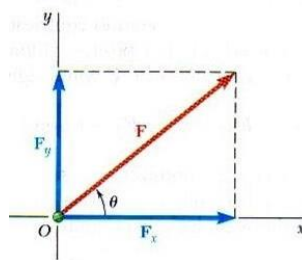
*Figura 1 Flujo uniforme y lento alrededor de un cilindro circular. Peralta (1993)*



*Figura 2 Flujo alrededor de un cilindro circular. La velocidad de flujo es mayor que en la figura 1. Peralta (1993)*

## Fluidos

El sentido común nos podría llevar a decir que un fluido es aquello que fluye o dicho de otra forma si un material puede fluir será un fluido, pero no es suficiente para tener una idea cercana a lo que es un fluido. Desde un análisis mecánico se puede considerar lo siguiente, se tiene una fuerza  $F$  que actúa sobre una superficie como la siguiente:



*Figura 3 Componentes de la fuerza*

Haciendo un análisis de esta fuerza desde sus componentes rectangulares y asociándolas a diferentes tipos de materiales, los efectos de estas serán diferentes. La componente  $F_y$  se conoce como fuerza normal (perpendicular a la superficie) y es la responsable ya sea de la presión o el estiramiento que soporte el cuerpo; la componente  $F_x$  se considera como una fuerza tangencial o paralela a la superficie, responsable del

deslizamiento de los planos paralelos que estructuran al medio o también llamada fuerza cortante. (Peralta, R., y Fabi, 1993, p. 15). La fuerza cortante provocará una deformación sobre el material en el que actué y dependiendo del grado de esta deformación podremos definir si el material es un fluido o no, es decir si la deformación es irreversible el cuerpo será un fluido, percibiendo que una capa se desliza sobre otra o simplemente fluye.

Otras características asociadas a un fluido son su baja densidad comparada con la de los sólidos, su volumen, su peso su densidad específica, su capilaridad, su tensión superficial. A partir de la variación o no de la viscosidad de un fluido, podríamos hablar de fluidos newtonianos o no newtonianos, en este trabajo se hará referencia a fluidos newtonianos e ideales. Fluidos newtonianos entendidos como aquellos que mantienen su viscosidad relativamente constante, donde la viscosidad es entendida como la medida de la fricción o resistencia interna entre dos capas adyacentes del fluido que se desplazan e ideal visto como un fluido no viscoso (sin rozamiento interno), incomprensible (densidad constante), estacionario (con velocidad constante, en caso de que no se cumpla se aclarará) e irrotacional (sin momentos angulares).

A partir del movimiento relativo de un fluido, su comportamiento se puede explicar desde dos ramas, la hidrostática o la hidrodinámica, la primera referida a líquidos en reposo.

### **Estática de fluidos**

Este campo se encarga del estudio de los fluidos en reposo, en adelante líquidos en reposo. El estudio será dirigido desde aspectos como la presión, la presión asociada a la profundidad del líquido, el principio de Arquímedes y la ley de Pascal. Elementos que se desarrollaran brevemente.

Aunque no es posible rastrear con precisión el modo en que se lograron los primeros conocimientos respecto al comportamiento de los fluidos, lo que sí se puede afirmar, es que su desarrollo estuvo condicionado por necesidades como el transporte y el riego de los cultivos.

Hechos que se pueden rastrear y que fueron condicionante de posteriores desarrollos, son recogidos en las obras de Arquímedes (287-212 A.C), donde se destacan las relacionadas con el estudio del comportamiento de los fluidos y en particular el principio que enuncia “si un sólido es parcial o totalmente inmerso en un fluido, sufren una fuerza ascendente igual al

peso del fluido desplazado”. Peralta, R., y Fabi, (1993), conocido como principio de Arquímedes.

14 siglos, tiempo que debió transcurrir para que las ciencias experimentales vieran su nacimiento y punto en el que se avanza al siguiente escalón en el estudio de los fluidos. Los siguientes hechos que nos presentan Peralta, R., y Fabi, (1993) de la publicación del *Códice Hammer*, muestran la importancia que Da Vinci daba a la observación y la experimentación, “Huid de la opinión de los especuladores, pues sus argumentos no están sustentados en la experiencia [...] a diferencia de ellos, no puedo citar autoridades, pero, más importante y digno, es argumentar con base en el experimento, maestro de sus maestros”, hecho que reafirma al mencionar “[...] pero antes, llevaré a cabo algunos experimentos, ya que es mi premisa empezar así y entonces demostrar por qué los cuerpos se comportan de cierta manera ” (p.44).

Los trabajos de Leonardo Da Vinci fueron atravesados por un método que involucraba abundantes observaciones, experimentos, mediciones y generalizaciones, con frutos como los que citan Peralta, R., y Fabi, (1993) de los trabajos de da Vinci “En cada parte de un río, y en tiempos iguales, pasa la misma cantidad de agua, independientemente de su ancho, profundidad, tortuosidad y pendiente. Cada masa de agua con igual área superficial correrá tanto más rápido como poco profunda sea [...]”, de modo que presenta por primera vez el “principio de continuidad o de conservación de la masa” (Peralta, R., y Fabi 1993).

Lo anterior nos muestra el principio de dos aspectos fundamentales en el estudio de un fluido, el principio de Arquímedes como lo conocemos hoy y la ecuación de continuidad. Respecto al principio de Arquímedes la fuerza de flotación será determinada por la expresión

$$F_b = \gamma_f V_d$$

$F_b =$  Fuerza de flotación;  $\gamma_f =$  Peso específico del fluido;  $V_d =$  Volumen desplazado fluido

El cuál nos permite caracterizar el estado de reposo de un cuerpo sumergido en un fluido a partir de las fuerzas en él ejercidas.

Ahora, respecto a la ecuación de continuidad, esa primer enunciación dada por Arquímedes, en la cual establecía relaciones entre la velocidad del fluido en dos secciones diferentes de un mismo conducto y el área transversal de esta, avanzó acompañada del principio de conservación de la masa para llegar al punto que se conoce hoy.

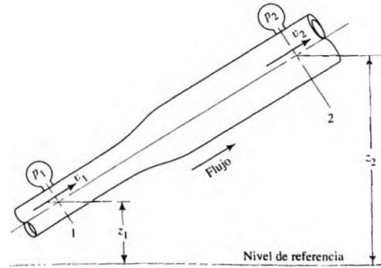


Figura 4 Sección de tubería, con sección transversal variable. Adaptado de Mott (2006).

Respecto al ducto que se muestra en la figura y según el principio de continuidad, se tendría que la masa de agua que circula por la sección transversal que comprende al punto 1 será equivalente a la que circula por la sección transversal que comprende al punto 2, para una misma unidad de tiempo. Lo cual se expresa como:

$$M_1 = M_2$$

Que en términos del área transversal, la velocidad y la densidad de fluido se expresa como:

$$A_1 v_1 \rho_1 = A_2 v_2 \rho_2$$

### Presión.

En el estudio de la presión en los fluidos fueron diversos los autores que contribuyeron a su desarrollo, aquí en particular se mencionan aportes de Torricelli y de pascal. El primero de ellos llegó a demostrar la existencia de la presión atmosférica, equipándonos con un poderoso instrumento para su medición, el barómetro de mercurio. Proceso que a la vez rompió con el imaginario de la imposibilidad del vacío, hecho que posteriormente nos permitiría no solo crear el vacío sino también controlarlo.

Blaise Pascal (1623-1662) retoma, repite y extiende los experimentos de Torricelli, como lo mencionan Peralta, R., y Fabi, (1993), llegando en este proceso a la construcción de su principio, el principio de Pascal, según el cual la presión que se ejerce sobre un fluido, actuará por igual en todas las direcciones y para cada punto al interior del fluido, desde la cual se puede observar que:

- La presión actúa de modo uniforme en todas las direcciones de un volumen pequeño de fluido.

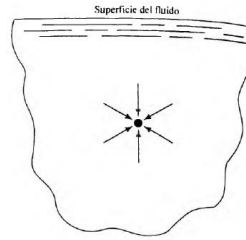


Figura 5 La presión actúa sobre un volumen pequeño de fluido de modo uniforme y en todas las direcciones. Mott (2006).

- La presión En un fluido confinado por fronteras sólidas, actúa de manera perpendicular a la pared. (Mott, 2006, p. 12)

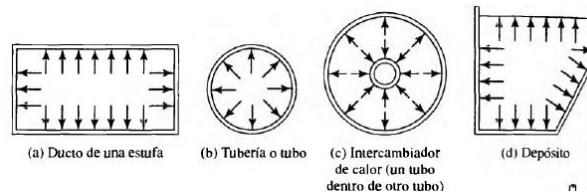


Figura 6 Dirección de la presión del fluido sobre las fronteras. Mott (2006)

Partiendo de una definición en la cual la presión es la cantidad de fuerza ejercida por unidad de área de alguna sustancia, es decir

$$P = \frac{F}{A}$$

Y conociendo la fuerza sobre un área medible se puede determinar su magnitud.

Los anteriores principios le permitieron el desarrollo de la prensa hidráulica y de allí todas las aplicaciones que hasta hoy se han logrado.

### Dinámica de fluidos

Por dinámica de fluidos se entenderá a la rama de la física que estudia y caracteriza a un fluido en movimiento, el cual circula a través de una tubería o conducto. Este estudio está referido a fluidos que se consideran ideales. Como fluido ideal se entenderá a aquel que cumple con las siguientes condiciones:

- No es viscoso. No es considerable el rozamiento interno.
- Es incomprensible. Mantiene una densidad constante.
- Es estacionario. Su velocidad es constante.
- Es irrotacional. No presenta momentos angulares.

Respecto a este estudio, anteriormente se mostró como Arquímedes sentó los inicios para el estudio de la dinámica de fluidos dando una descripción de cómo se relacionan las variables involucradas en el flujo de un fluido a través del lecho de un río, considerando las velocidades asociadas a través de las distintas secciones de él.

Hechos que sentaron la base a lo que conocemos como ecuación de continuidad.

### Ecuación de continuidad

El caracterizar un fluido a partir de la cantidad que de este fluye por un ducto en una unidad de tiempo, se logra al explicitar su flujo volumétrico, su flujo en peso o su flujo másico.

Para el primero de ellos tenemos que está dado por la expresión

$$Q = Av$$

Donde

$Q$ : flujo volumétrico;  $A$ : área transversal;  $v$ : velocidad promedio del flujo.

La siguiente tabla caracteriza los flujos asociados. Mott (2006, p.155)

Símbolo	Nombre	Definición	Unidades del SI	Unidades Del Sistema de E:U
Q	Flujo volumétrico	$Q = Av$	$m^3/s$	$pie^3/s$
W	Flujo en peso	$W = \gamma Q$ $W = \gamma Av$	$N/s$	$lb/s$
M	Flujo másico	$M = \rho Q$ $M = \rho Av$	$kg/s$	$slugs/s$

*Flujos. Mott (2006)*

En la cual se hace evidente la relación entre los dos últimos flujos y el volumétrico.

En estas últimas se tiene que

$\gamma$ : peso específico del fluido;  $\rho$ : densidad del fluido.

Volviendo sobre la siguiente figura analizaremos allí su flujo volumétrico.

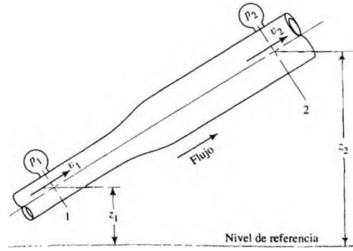


Figura 7 Sección de tubería, con sección transversal variable. Adaptado de Mott (2006).

A través de este ducto circula un flujo volumétrico constante, lo cual implica que el fluido que recorre diferentes secciones transversales en una misma unidad de tiempo será exactamente el mismo, así que, si no se extrae o agrega fluido la masa de fluido que pasa por las secciones 1 y 2 será equivalente, lo cual se expresa como:

$$M_1 = M_2$$

Y dado lo presentado en la tabla, se tendría:

$$\rho_1 A_1 v_1 = \rho_2 A_2 v_2$$

Ecuación que enuncia el principio de continuidad o ecuación de continuidad. Mott (2006, p.156). Hecho que esbozo, describió y presento en su forma preliminar Leonardo da Vinci en su obra *Códice Hammer* (Hammer, 1972) citado por Peralta, R., y Fabi, (1993).

Peralta, R., y Fabi, (1993) nos muestran como da Vinci lo enuncia:

"En cada parte de un río, y en tiempos iguales, pasa la misma cantidad de agua, independientemente de su ancho, profundidad, tortuosidad y pendiente. Cada masa de agua con igual área superficial correrá tanto más rápido como poca profunda sea [...]" (ver Figura #); "[...] en A el agua se mueve más rápido que en B, tanto más como la profundidad de A cabe en B...".

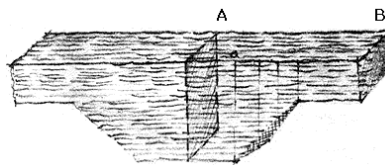


Figura 8 Secciones de Leonardo da Vinci. Peralta (1993)

Hechos que nos muestran cómo desde entonces se venía avanzando en el estudio del comportamiento de los fluidos.



## Ecuación de Bernoulli

Esta ecuación recibe este nombre de su autor, Daniel Bernoulli (1700-1782), quien publicara sus estudios en el campo de los fluidos para el año 1738 en su libro titulado *Hydrodynamica*. Allí muestra como la construcción de su teorema responde al análisis del comportamiento de un fluido visto desde el principio de conservación de la energía. Estudios retomados, reformulados y generalizados por Leonard Euler.

Este análisis se enfocó en el estudio de tres formas de energía presentes en el comportamiento de un fluido y su relación interna. Estas energías fueron la energía cinética, potencial y la energía de flujo o energía debida a la presión, para lo cual encontró que su suma permanecía constante para cada elemento interno del fluido. En relación a lo anterior es necesario considerar que los efectos de la fricción interna y de la compresibilidad del fluido sean despreciables para su cumplimiento.

Peralta, R., y Fabi, (1993) nos muestran la forma en que Euler lo presenta de forma general  $A + B + C = constante$

Donde  $A$ : *energía cinética*;  $B$ : *energía potencial*;  $A$ : *entalpía*.

Permitiéndonos ver la relación entre esos tres elementos fundamentales. El análisis se desarrolla a continuación.

Considerando el siguiente elemento de volumen

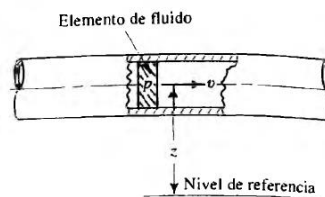


Figura 9 Elemento de fluido en una tubería. Mott (2006)

Vemos que este posee una velocidad  $v$ , una presión  $p$  y una altura  $z$  respecto a cierto nivel de referencia, variables asociadas a cada una de las energías mencionadas anteriormente, teniendo.

Dada su velocidad se le asocia una energía cinética equivalente a

$$A = E_c = \frac{wv^2}{2g}$$

Dado que tiene una altura  $z$  su energía potencial es

$$B = E_p = w z$$

Su energía de flujo, “A veces llamada energía de presión o trabajo de flujo” representa el trabajo necesario para desplazar el elemento de fluido contra la presión  $p$  a la que se encuentre, está dada por

$$B = E_f = \frac{wp}{\gamma}$$

Expresión a la que se llega luego del siguiente análisis que presenta Mott (2006) desde el análisis de la siguiente figura

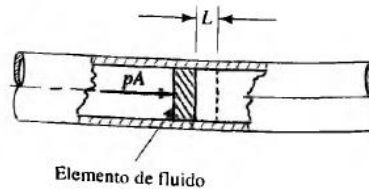


Figura 10 Energía de flujo. Mott (2006)

En esta se muestra un elemento de fluido que se desplaza a través de la sección, para recorrer una distancia  $L$ , lo cual es resultado del efecto de la fuerza  $pA$  que actúa sobre el área  $A$  de la sección. Dado lo anterior, el trabajo que realiza esta fuerza es equivalente a

$$\text{Trabajo} = pAL = pV$$

Donde  $V$  es el volumen del elemento de fluido y el cual posee un peso dado por

$$w = \gamma V$$

Donde  $\gamma$  representa el peso específico del fluido y  $V$  se podría escribir como

$$V = \frac{w}{\gamma}$$

Obteniendo una expresión para el trabajo

$$\text{Trabajo} = pAL = pV = p \frac{w}{\gamma}$$

Expresión que se denomina como energía de flujo.

Así la energía total para el elemento de fluido está dada por

$$E = E_C + E_P + E_F$$

$$E = \frac{wv^2}{2g} + wz + p \frac{w}{\gamma}$$

Ahora suponiendo un elemento de fluido que atraviesa un ducto de sección variable y con diferencia de niveles para las secciones que lo componen, como el que presenta Mott

(2006, p.167), y cuyo comportamiento es acorde al principio de conservación de la energía tendríamos

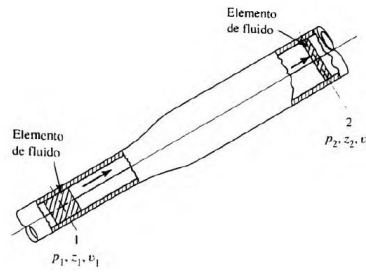


Figura 41 Elementos de fluido utilizados en la ecuación de Bernoulli. Mott (2006).

Para el elemento de fluido de la sección 1 su energía total es

$$E_1 = \frac{wv_1^2}{2g} + wz_1 + p_1 \frac{w}{\gamma}$$

En la sección 2 se tendrá que la energía para este elemento de fluido estará dada por

$$E_2 = \frac{wv_2^2}{2g} + wz_2 + p_2 \frac{w}{\gamma}$$

Y a partir de la conservación de la energía se tiene

$$\frac{wv_1^2}{2g} + wz_1 + p_1 \frac{w}{\gamma} = \frac{wv_2^2}{2g} + wz_2 + p_2 \frac{w}{\gamma}$$

Y dado que el peso  $w$  es común, tenemos

$$\frac{v_1^2}{2g} + z_1 + \frac{p_1}{\gamma} = \frac{v_2^2}{2g} + z_2 + \frac{p_2}{\gamma}$$

La cual es la ecuación de Bernoulli, que también se puede expresar como

$$P_1 + \frac{1}{2}\rho V_1^2 + \rho g z_1 = P_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2 + \rho g z_2$$

## Aplicación

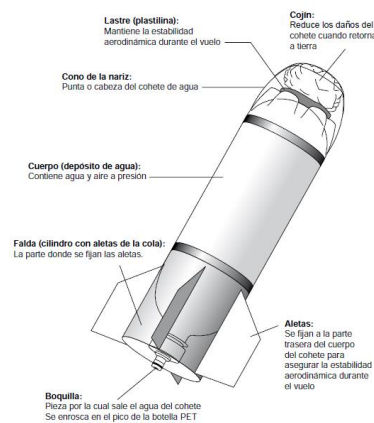
### Cohetes hidráulicos

El estudio del comportamiento de un cohete de agua tanto en su vuelo como en la preparación de este, involucra gran cantidad de elementos de la física, hecho que en el estudio de este campo de las ciencias resulta ser ventajoso dada la gran acogida que entre los estudiantes tiene este tipo de eventos. El principio básico de funcionamiento de un cohete es el logro de un movimiento ya sea parabólico o vertical a partir del empuje que le suministra el agua y el aire que es expulsado a presión a través de la boquilla de este.

De hecho el estudio del comportamiento de un cohete de agua, teniendo en cuenta todos los elementos de la Física, puede resultar ser tan complejo como se desee.

### *Componentes de un cohete hidráulico*

Los componentes básicos de un cohete se muestran en la siguiente figura, Ishii (2008).



*Figura 12 Componentes de un cohete hidráulico. Ishii (2008).*

En esta se observan claramente las tres partes que lo componen, la nariz, el cuerpo y la cola. El cuerpo, es un compartimiento de forma cilíndrica con una boquilla o salida en uno de sus extremos, lugar por donde expulsara el agua y el aire a presión que contendrá, La cola, es el lugar donde llevara las aletas que le brindaran estabilidad en el vuelo. La nariz, extremo del cohete que enfrenta al aire durante el vuelo. Todas las especificaciones de construcción se incluirán en el manual de Ishii (2008) recomendado en la propuesta pedagógica.

## Presión del aire

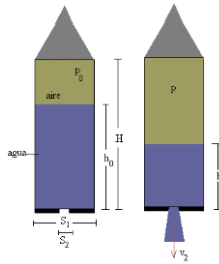


Figura 13 Diagrama del cohete.

En la imagen de la izquierda se observa el cohete en su estado inicial, en el cual el aire contenido, antes de empezar a bombear aire, se encontrara en un estado en el cual se ajusta a la ecuación general de los gases ideales, donde

$$pV = nRT$$

$$p_{at} \cdot S_1(H - h_o) = n_oRT$$

Dado que el aire ingresara a la cámara del cohete a través de una bomba de un volumen  $V_b$  determinado, el estado de este estará determinado por

$$p_{at}V_b = nRT$$

Que al bombear  $N$  veces se tendrá que la presión interna del aire está dada por

$$p_oV_b = n_oRT + nNRT$$

$$p_oV_b = RT(n_o + nN)$$

Donde el volumen del gas contenido en el recipiente es expresado por

$$V_b = S_1(H - h_o)$$

De modo que

$$p_oV_b = RT(n_o + nN)$$

$$p_oS_1(H - h_o) = RT(n_o + nN)$$

$$p_o = p_{at} \left( 1 + \frac{NV_b}{S_1(H - h_o)} \right)$$

Expresión con la cual lograremos determinar la presión final del aire bombeado al interior del cilindro del cohete.

## ***Empuje***

El empuje que experimenta un cohete hidráulico es el resultado de la expulsión del agua contenida a presión en su interior, a través de su boquilla, que como presenta Finney (1997), se puede determinar a partir de la expresión

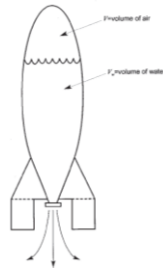
$$T = \left| v_e \frac{dM}{dt} \right|$$

Donde

$v_e$ : *velocidad de escape*

$\frac{dM}{dt}$ : *tasa de eyección de masa de agua*

Las cuales son ambas dependientes de la presión interna.



*Figura 14 Diagrama del cohete de agua. Finney, G. A. (1997)*

Empleando la ecuación de Bernoulli para analizar dos puntos internos del fluido, el punto uno ubicado sobre la superficie del agua (figura 14) y el punto dos justo en la salida del cohete en la boquilla, se tendría:

$$p_1 + \frac{1}{2} \rho V_1^2 + \rho g z_1 = p_2 + \frac{1}{2} \rho v_2^2 + \rho g z_2$$

Que al despreciar, ya que no es determinante, la presión debida a la altura del líquido y la velocidad con la que se movería un elemento de fluido ubicado sobre la superficie de este, se tiene

$$p_1 = p_2 + \frac{1}{2} \rho v_2^2$$

En la cual

$p_1$ : *presión al interior del cohete*;  $p_2$ : *presión atmosférica*;  $v_2$ : *velocidad de escape del agua*

De donde podemos tener una expresión para la velocidad de escape  $v_2 = v_e$ , con  $p_1 = p$ .

$$v_2^2 = \frac{2}{\rho}(p - p_{at})$$

Respecto a la tasa de flujo de la masa, al ser esta expulsada en vuelo, se puede encontrar una relación entre la tasa de flujo de volumen y la densidad del flujo, con  $A_e = S_2$  y donde:

$$\frac{dM}{dt} = \rho \frac{dV}{dt} = \rho A_e v_e$$

Con lo cual tenemos un empuje equivalente:

$$T = \left| v_e \frac{dM}{dt} \right| = \rho A_e v_e^2$$

$$T = 2(p - p_{at})A_e$$

Expresión en la cual se ve como el empuje es función de la presión interna y esta a su vez lo es de la altura interna del líquida dentro del cilindro del cohete. Altura que es posible analizar a partir de la ecuación de continuidad como sigue

$$v_1 S_1 = v_2 S_2$$

$v_1$ : velocidad de un punto en la superficie de agua al interior del cilindro

$A_e = S_2$ : area del orificio de salida del agua

$$v_1 = -\frac{dh}{dt}$$

$$\frac{dh}{dt} = -\frac{S_2}{S_1} v_2$$

### ***Movimiento del cohete***

En su desplazamiento vertical el cohete de agua se moverá bajo la acción del empuje, la fuerza de gravedad y la fuerza de arrastre, esta última no será considerada en el análisis dado que su efecto es bastante pequeño. Fuerzas representadas en la siguiente imagen que presenta Kian (2014).

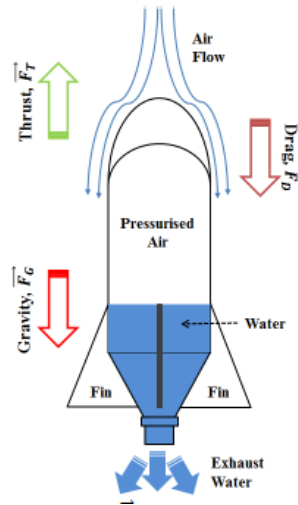


Figura 15. The different forces  $\vec{F}$  acting on the water rocket model. (Las diferentes fuerzas  $F$  actuando sobre el modelo de cohete de agua ). Kian (2014).

En este diagrama se puede apreciar que la fuerza neta sobre el cohete  $\vec{F}_{net}$  es

$$\vec{F}_{net} = \vec{F}_T + \vec{F}_G + \vec{F}_D$$

Donde:  $\vec{F}_T$ : fuerza de empuje,  $\vec{F}_G$ : fuerza de gravedad,  $\vec{F}_D$ : fuerza de arrastre.

Dado que

$$F = m * a$$

$$m * a = T - w$$

$$m * a = \rho A_e v_e^2 - mg$$

$$a = \frac{\rho A_e v_e^2 - mg}{m}$$

La ecuación de movimiento en forma diferencial es

$$\frac{d^2 x}{dt^2} = \frac{\rho A_e v_e^2}{m} - g$$

La cual es función de la altura “h” (altura del líquido al interior del cilindro mientras es expulsado durante el empuje) del agua, dado que tanto la velocidad de escape y la masa son funciones de esta. Así la velocidad y la masa están dadas por (magnitudes tomadas de la figura 13)

$$v_2^2 = \frac{\frac{p_o(H-h_o)}{H-h} + \rho gh - p_{at}}{\frac{1}{2}\rho \left(1 - \frac{s_2^2}{s_1^2}\right)} = f(h)$$

$$m = m_c + \rho s_1 h$$



Reescribiendo la ecuación de movimiento se tendría

$$\frac{d^2x}{dt^2} = \frac{\rho A_e f(h)}{m_c + \rho s_1 h} - g$$

Que junto con

$$\frac{dh}{dt} = -\frac{S_2}{S_1} \sqrt{f(h)}$$

Constituyen las ecuaciones de movimiento del cohete mientras expulsa el agua contenida en su interior, luego de lo cual las ecuaciones de movimiento serán las de un movimiento uniformemente acelerado.

Ecuaciones que no se resolverán en este trabajo, pero que arrojan resultados como los mostrados a continuación, presentados por Kian (2014) en su artículo *Learn Physics with a Water Propelled Rocket*.

### **Resultados de la simulación**

Las siguientes graficas son el resultado de la simulación hecha por Kian (2014).

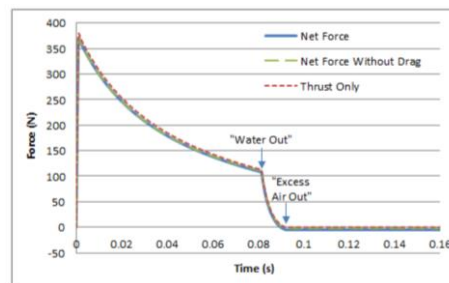


Figura 16 The force curve during the water and air thrust phases. i) net force corrected with gravity and air drag (solid line); ii) net force corrected only with gravity (wide dashed line); iii) thrust only (short dashed line). Kian (2014).

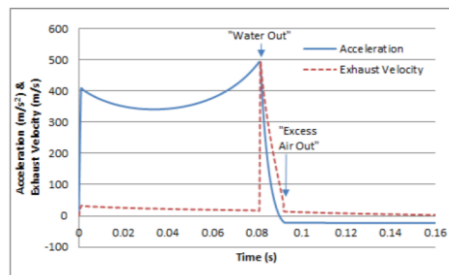


Figura 17 The acceleration (solid line) and exhaust velocity (dashed line) during the water and air thrust phases. Kian (2014).

En ellas se observa como la fase de empuje dura un tiempo demasiado corto, para esta simulación es de 100 milisegundos (Kian, 2014), además de la poca influencia que tiene la fuerza de arrastre y la fuerza de gravedad durante esta primer etapa. En esta fase de empuje también se identifican dos sub fases, la del empuje dado por la expulsión del agua y la del empuje dado por la expulsión del aire a presión, en la cual a la primera de ellas se asocia la mayor y máxima aceleración percibida por el cohete. Luego de la eyección total tanto del agua como del aire presurizado, la fuerza de empuje cae a cero y el cohete queda bajo un movimiento uniformemente acelerado bajo la acción de la gravedad.

## Capítulo 2

### Marco pedagógico

#### *Enseñanza de la física*

La enseñanza de la física enfrenta grandes retos de diversa índole, desde la transmisión de forma mecánica y descontextualizada de conocimientos en física construidos a lo largo de los años 1800, hasta el bajo perfil de los profesores de física y el poco gusto de los estudiantes por el aprendizaje de este campo de conocimiento. Hechos que muestra Moreira (2014), en su conferencia de enseñanza de la Física al referirse a ella de la siguiente manera. “Además de la falta y/o falencia en la preparación de los profesores,..., la enseñanza de la Física en la educación contemporánea estimula el aprendizaje mecánico de contenidos desactualizados”, aspectos que se reafirman con un fuerte referente hacia la memorización de hechos o conceptos sinsentido para los estudiantes.

Los anteriores hechos a la vez se reflejan en el discurso propuesto como “solución” a la problemática de la enseñanza de la física de la siguiente forma: se busca... un aprendizaje que sea significativo para el estudiante, cuyo actor principal sea él; que lo lleve a desarrollar una actitud científica; que prime el pensamiento científico en vez de la memorización; que brinde elementos para la vida. Deseos que vienen persiguiéndose desde hace unas décadas pero con resultados como los muestra Moreira (2014).

..., sin embargo, la enseñanza de la Física en la educación contemporánea:

Está centrada en el docente, no en el alumno; Sigue el modelo de la narrativa; Es monológica, no dialógica; Es conductista; Es del tipo “bancario” (intenta depositar conocimientos en la cabeza del alumno); Se ocupa de conceptos fuera de foco; No incentiva el aprendizaje significativo; No incorpora las TICs; No utiliza situaciones que tengan sentido para los alumnos; No busca un aprendizaje significativo crítico; Entrena para el examen, enseña respuestas correctas sin cuestionamiento.

Evidencias que muestran lo poco que se ha avanzado al respecto de la enseñanza de la física y que coinciden con lo que presenta Acevedo (2004) y Caamaño (2012) cuando

muestran como la enseñanza de esta todavía se centra en la adquisición de conocimientos descontextualizados y totalmente alejados del proceso que llevo a su consecución y que a la vez no son válidos ni útiles para los estudiantes y que mucho menos serán tenidos en cuenta para la toma de decisiones como ciudadanos actuales.

El enfoque que permitirá dar solución a estos problemas en la enseñanza de la física será el de crear procesos que contribuyan al desarrollo del cerebro, es decir al desarrollo de las habilidades cognitivas que lleven al estudiante a reconstruir los conocimientos científicos y los procesos involucrados en este, desde estrategias que los enfrente al análisis de su realidad con un alto grado de sentido en su quehacer, coincidiendo con lo propuesto por Moreira (2013) al citar a Wieman (2013). “La respuesta, para Wieman, es fundir el aprendizaje centrado en el alumno con la práctica deliberada. La práctica deliberada supone poner al estudiante en la solución de un conjunto de tareas o problemas que son desafiantes pero factibles y que involucran explícitamente la práctica del pensamiento y del desempeño científico.”

Una propuesta como la del párrafo anterior implicar la construcción de nuevos roles en el aula; un nuevo educador capacitado para proponer y orientar procesos dirigidos a consolidar habilidades cognitivas propias de las Ciencias Naturales en cada uno de sus estudiantes y un nuevo estudiante activo y protagonista de su aprendizaje enfocado a la construcción de relaciones significativas con su entorno soportadas en los conocimientos y actitudes del pensamiento científico.

## **Modelo Pedagógico**

### ***Educación Relacional Fontán***

El sistema de Educación Relacional Fontán, Colegio Fontán. (2016), se enfoca en el aprendizaje, toma como referente el modelo de aprendizaje autónomo, elaborado desde la teoría del aprendizaje significativo de Ausubel y el aprendizaje desde la experiencia y valoración subjetiva de Marzano y dirige el proceso de enseñanza desde el desarrollo de habilidades.

La educación relacional Fontán se enfoca en el desarrollo del potencial y la autonomía de cada uno de los estudiantes, comprendiendo y respetando el valor único de cada persona

y su proceso natural de aprendizaje. El proceso de aprendizaje del estudiante se direcciona desde tres principios fundamentales en el sistema, según los cuales el estudiante es:

- Autor de su vida
- Actor social
- Único y diverso

Su proceso educativo se desarrolla desde lo relacional, es decir, desde la forma en que cada estudiante percibe su entorno, lo lee, lo interpreta, lo conoce, actúa sobre el para transformarlo. Este proceso se materializa en los planes de estudio de cada estudiante, en los cuales se da cuenta de las habilidades que irá desarrollando en su proceso de aprendizaje, tanto habilidades generales como las específicas a cada campo del saber.

Los temas o guías que desarrollan los estudiantes, se enmarcan dentro del proceso de aprendizaje relacional y se estructuran en cuatro etapas que dan cuenta del cómo se aprende en el modelo. Las etapas de aprendizaje y así mismo de cada guía o tema son:

- Punto de partida
- Investigación
- Desarrollo
- Relación

### **Punto de partida.**

Explorar los saberes previos en los estudiantes es un elemento fundamental para esta etapa, y por lo tanto se necesita de acciones y mediaciones didácticas de creatividad e ingenio, que por un lado permitan el reconocimiento de esos saberes con los que nos vinculamos a nuevas tareas y por otro, vincule positivamente al estudiante con el trabajo que iniciará.

Es en esta etapa donde el estudiante en primera medida se reconoce frente a una nueva oportunidad de aprendizaje y de desarrollo de habilidades y en segunda se proyecta para el alcance de los aprendizajes presentados, claro desde toda la motivación propia y el reconocimiento de la importancia de lo que desarrollará.

El punto de partida es un ejercicio de exploración en el que el estudiante podrá, “sin temores”, responder a las situaciones que allí se presenten, dado que en esta etapa el estudiante no debe recurrir a ninguna fuente de información en búsqueda de respuestas, ni tampoco a terceras personas.

Esta etapa implicará del estudiante aspectos como:

El reflejo de una motivación propia, vista a través de actitudes positivas para el desarrollo del tema; La reflexión respecto a las habilidades que requerirá y desarrollará en el tema; Proyección de estrategias para el logro de las metas que él se propone; Proyección del tipo de recursos (tiempo, espacios, ambientes, asesorías,...) requeridos; Auto confianza e identidad con el tema a trabajar, ya que este refleja sus intereses; Valoración positiva de habilidades propias y proyección con posibilidades de desarrollo; Estructuración de planes propios a corto mediano y largo plazo.

### **Investigación**

Esta etapa se caracteriza por ser aquella en la que el estudiante establece relaciones entre el conocimiento nuevo y los que poseía, así su proceder se orienta al construir ese sentido propio en sus conocimientos, de modo que se enriquezcan o se construyan nuevas estructuras de pensamiento, estas últimas dadas desde asociaciones a saberes previos en diferentes campos.

En esta adquisición de nuevos conocimientos, el estudiante indagará por categorías, conceptos, nociones, relaciones, procesos, opiniones o información de diversas fuentes afines al tema de estudio. Tiene como objetivo potenciar habilidades de comprensión, para lo cual debe interpretar, analizar y organizar la información.

Esta etapa involucra el desarrollo de habilidades como:

- Gestionar información
- Interpretar
- Analizar
- Organizar información (espacial, temporal, relacional, causal, secuencial, categorial, comunicar efectivamente,...)

### **Desarrollo de la habilidad**

Para esta etapa, el propósito es que los estudiantes pongan en práctica lo aprendido en la etapa de investigación. Por lo cual, el objetivo debe estar orientado a hacer efectivo y poner a prueba a través de diferentes tipos de actividades, el aprendizaje que ya se tiene del tema. La importancia de desarrollar una etapa de investigación completa, se ve reflejada en

esta etapa. Si el estudiante no desarrolló una investigación con uso de herramientas de sistematización y si no tuvo la suficiente asesoría del analista (educador) respecto a su proceso en el desarrollo de la investigación, es muy probable que en la etapa de desarrollo de la habilidad tenga dificultades.

### **Relación**

Esta es la etapa final del proceso. Aquí el objetivo es que el estudiante trabaje la crítica y la reflexión frente a lo aprendido y tenga la capacidad de relacionarlo con su contexto y otras áreas o temas.

Es la oportunidad para que el estudiante se dé cuenta de todo aquello que ha logrado y lo que le falta por alcanzar; también lo difícil y lo fácil que resultaron las actividades y en general el proceso. Además, para que plantee las posibles acciones que considere propicias para mejorar y progresar, al mismo tiempo que descubra si su saber inicial se ha modificado y se ha validado o rechazado la hipótesis que pudo haber guiado su proceso de aprendizaje.

Actividades para esta etapa pueden ser:

- Una autoevaluación de su proceso acompañada de una reflexión de la importancia o las implicaciones del tema para un aspecto concreto que el analista quiera resaltar; Un ensayo; Un comentario crítico; Que establezca la relación del tema con su vida ¿En qué le puede servir lo aprendido para su vida?; Modificar o construir una propuesta de aplicación o uso del aprendizaje logrado.

### **Enfoque de la propuesta**

La propuesta se inscribe en un enfoque de aprendizaje dirigido al desarrollo de habilidades, lo cual, nos lleva a hablar de dos cosas dentro de esta propuesta, ¿cómo se logra el aprendizaje? ¿Cómo se alcanza una habilidad?

### **Habilidad y su desarrollo**

En cuanto al aprendizaje, este será orientado por la propuesta de educación relacional, que dirige el proceso desde sus cuatro etapas al desarrollo de habilidades por parte de los estudiantes.

El principal referente en torno al estudio de las habilidades cognitivas es el campo de la psicología. Dentro de las sub áreas que de esta han avanzado en dicho estudio se encuentran las que han estudiado las habilidades y capacidades cognitivas, la de las competencias y la de la experticia, todos ellos sin un punto de convergencia común que dé cuenta claramente del alcance de una habilidad, cómo mencionan Acosta D. y Vasco C. en su libro *Habilidades competencias y experticias* 2013 (p.16).

Por lo tanto según el concepto de habilidad que se asuma determinará las posibilidades de su desarrollo o no. Según la real academia española la palabra tarea tiene varias acepciones: *“trabajo que debe hacerse en un tiempo limitado”* o *“ejercicio que se encarga al alumno”*, coincidiendo en dejar de lado la intención del individuo por lograrla, lo cual es un aspecto central para transitar al desarrollo de habilidades, como se verá.

En cuanto a este punto y para este trabajo se considera a la habilidad como el resultado del desarrollo del potencial de cada individuo (de las capacidades propias) logrado en , en las cuales se enfrenta a diferentes actividades que brindaran los elementos suficientes para el avance en su desarrollo, acercándonos a posturas como la de Acosta, D, et al., (2013), cuyo referente es, la habilidad como el desarrollo de una capacidad que nos lleva a hacernos diestros en diferentes tareas, incluyendo en estas diferentes grados de desempeño, de modo que se pueda mostrar diferentes destrezas en ellas(p. 24) y a brindar elementos que muestren las diferencias entre diferentes individuos.

### **Las Tareas y el logro de una habilidad cognitiva**

El camino hacia el logro de una habilidad cognitiva será diferente dependiendo del punto del que el estudiante parta, ya que él podría iniciar su proceso desde una discapacidad, capacidad o de una aptitud. Esta última entendida como una facilidad natural para alcanzar ciertas tareas (talentos) y lo contrario se asumirá como discapacidad, como lo señalan Acosta, D, et al., (2013). Hechos que se evidenciarán en el actuar de los estudiantes (diferenciándolos) y en su nivel de desempeño frente a una misma tarea.

Al referirse a “Tarea”, esta se asumirá como la presentan Acosta, D, et al., (2013) *“Cualquier actividad en la que se involucra una persona, dado un marco apropiado, con el fin de lograr una clase determinable de objetivo, resultado final o estado final de un asunto. Entendido, sin embargo que dicha finalidad es sólo relativa; el resultado final o estado*



terminal podría llevar solo a otra tarea, ya sea una representación de la misma o una diferente” (Carroll, 1993, p. 8), lo cual nos lleva a separarnos de la idea convencional de lo que es una tarea.

Es así, que como mencionan Acosta, D, et al., (2013) somos hábiles en tareas, las cuales generalmente se reúnen en grupos socioculturalmente definidos que llamamos dominios, en los cuales tratamos de elevar nuestros desempeños y aumentar nuestra base de conocimientos, especializándonos cada vez más, para llegar a ser competentes, expertos y virtuosos. (p. 52). Hechos que presentan el camino que se sigue en el desarrollo de una habilidad cognitiva, esta última como referente inicial de desarrollo.

Una vez consolidada la idea de tarea, y visto lo determinante del objetivo en estas, cabe mencionar que habrán tareas que no necesariamente impliquen desempeños superiores aunque para llevarlas a cabo requieran involucrar diferentes capacidades, y además de lo anterior que habrán tareas que efectivamente no lleven al desarrollo de habilidades cognitivas.

Así tareas diversas implicarán que se involucren capacidades diversas, pero también hay tareas de dominios específicos con conocimientos, procesos y objetivos específicos y a través del logro en las diferentes tareas se construirán las habilidades relativas a este dominio, como lo muestran Acosta, D, et al., (2013) al mostrar que "las habilidades generalmente son de dominio específico" Tomporowski (2003), y además se muestran en tareas específicas.

En consecuencia *las tareas* involucradas en esta propuesta apuntan a la adquisición y desarrollo de habilidades cognitivas propias del campo de las ciencias, en particular de la Física, objetivo que lleva a hablar sobre el cómo se adquieren y desarrollan las habilidades cognitivas.

### **Etapas en el desarrollo de habilidades cognitivas**

El logro de una habilidad cognitiva por parte de los estudiantes habrá implicado un proceso de desarrollo de sus capacidades, de su potencial, al enfrentarse a diverso tipo de tareas que permiten, identificar en ellos una serie de destrezas evidentes y a la vez, mostrar diferentes niveles de desempeño y la posibilidad de logros superiores. Hechos que se presentarán en un tiempo justo pero no fácil de determinar o como lo mencionan Acosta, D, et al., (2013) la "adquisición de una habilidad es aquel momento en que un sujeto logra

alcanzar un nivel de destreza al cumplir con una tarea, lo cual es producto de un proceso de desarrollo de las capacidades que posea" (p. 59).

Los trabajos respecto al desarrollo de habilidades cognitivas son relativamente recientes, no llevan más de un siglo y en realidad su desarrollo es poco conocido (Carroll 1992); aunque se conoce poco sobre los procesos implicados, hay una propuesta clásica que presenta el proceso que se sigue en el desarrollo de una habilidad cognitiva, esta fue propuesta por Fitts y Posner (1967). La ilustración 1 sintetiza los elementos de su propuesta y la relación entre ellos, los cuales se describen en el siguiente párrafo.

La propuesta de Fitts, et al, (1967), se estructura en tres etapas diferenciadas y secuenciales pero con límites imperceptibles. Etapa I “cognitiva”, en esta se configura el conocimiento declarativo y aparte de los procesos que involucra, se caracteriza porque en ella el individuo se limita a una sola tarea, su desempeño es pobre lento y con errores y hay una mejora rápida del desempeño con la práctica; Etapa II “Asociativa”, en esta se llega a lograr un desempeño más eficiente, caracterizado por unas reglas memorizadas y una reducción – eliminación de los errores. Etapa III “Autónoma”, en esta se tendrá dominio de los conocimientos, errores y procedimientos que involucran la habilidad en desarrollo, con la característica de tener mayor dificultad para verbalizar el ¿cómo?, inmerso en un proceso de encapsulamiento. La propuesta de Proceso de desarrollo de habilidades propuesta Fitts y Posner se mantiene y se ha enriquecido con los trabajos de algunos autores como Acosta, Anderson, Van Lehn, entre otros.

En el estudio del proceso de adquisición de habilidades se han desarrollado muchas investigaciones enfocadas en tareas físicas (corporales) y respecto al desarrollo análogo de habilidades cognitivas los resultados son discrepantes como mencionan Acosta, D, et al., (2013, p. 64), estos no llevan a respuestas definitivas, aunque investigaciones como la de Anderson (1982) respecto a la habilidad de resolver problemas reafirman este camino. El proceso no es determinista y hay algunas investigaciones que muestran que el camino podría ser invertido al propuesto por Fitts y Posner, Acosta, D, et al., (2013) hacen referencia a Sun, Merrill y Peterson (2001), quienes mostraron que algunas habilidades se muestran parcialmente adquiridas antes de lograr un conocimiento declarativo asociado.

Por otro lado hay investigaciones que difieren en que el proceso de automatización de las habilidades cognitivas no se logra en su totalidad pero si en sus componentes, al

respecto Acosta, D, et al., (2013) citan a Van Lehn (Carlson, Khoo, Yaure & Schneider 1990 citados por Van Lehn, 1996), quienes muestran que las habilidades motoras si se logran mecanizar mientras que las cognitivas no.

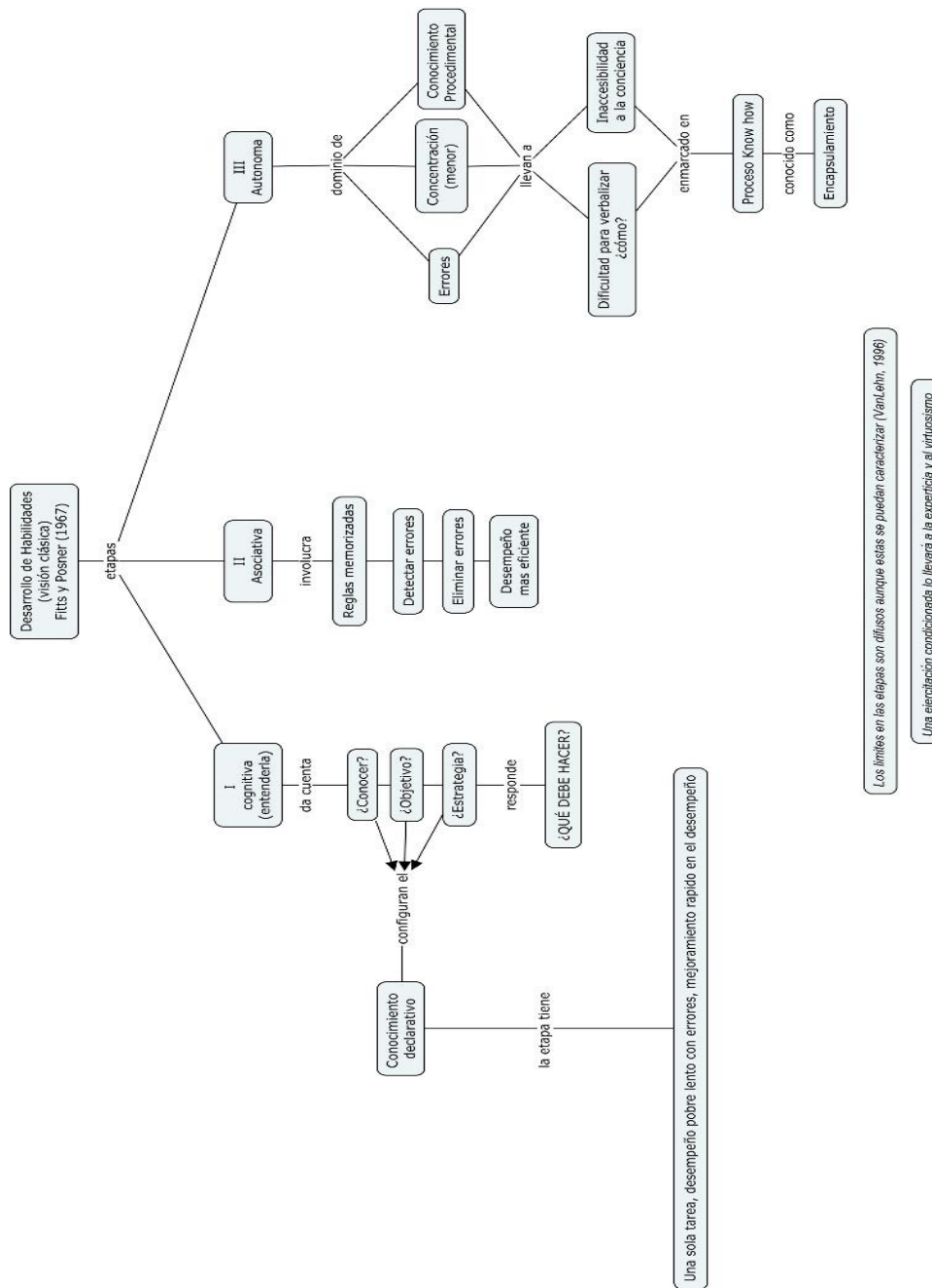


Ilustración 1 Desarrollo de habilidades. Fitts y Posner 1967

En este proceso de desarrollo de habilidades cognitivas, intervienen factores tanto internos al estudiante, como externos a él. Al respecto Acosta, D, et al., (2013) señala como

diferentes autores coinciden en precisar que las condiciones sociales, económicas, culturales, biológicas, históricas e incluso la suerte condicionaran el camino para el desarrollo de las capacidades (p. 66), podrán determinar tiempos, orden e incluso la negación de algunos desarrollos. Dado que cada persona se habrá desarrollado y configurado en contextos particulares y además configurados genéticamente diferentes, las capacidades, aptitudes y discapacidades serán diferentes, por lo tanto las habilidades y talentos serán diferentes. Adicionalmente el contexto sociocultural también puede tener una influencia negativa y frenar el desarrollo de capacidades o aptitudes que se tengan. Más aún es posible que si el ambiente no colabora, el niño ni siquiera descubra que dicha ventaja existía (Robinson, 2009), citado por Acosta, D, et al., (2013, p.68). La ilustración 2 muestra la relación de los factores descritos con anterioridad con el proceso de desarrollo de una habilidad cognitiva.

Si bien los únicos factores que influyen el alcance de una habilidad no son los externos, ya que los internos dependiendo de la relación que existan entre estos dos pueden terminar siendo definitorios al lograr una habilidad. Acosta, D, et al., (2013), muestran cómo autores con Dweck (2002) y Hampson & Morris (1996) coinciden en el papel preponderante de la motivación, hecho que en la propuesta se consolidara en el Punto De Partida (detonante), ya que si un individuo cuenta con ella invertirá lo necesario, ya sea, energía, tiempo, dinero, esfuerzo,... para alcanzar la meta de la tarea que se propone; otro elemento que llega a ser también determinante es la percepción de sus propias capacidades que al ser "moderadamente sobreestimadas" pueden llevar al individuo a dedicar esfuerzo y constancia suficiente para alcanzar las tareas que conllevan a cierta habilidad, o que por otro lado a individuos con una misma aptitud los lleve a resultados diferentes (Maciel, Heckhausen y Baltes, 1994).

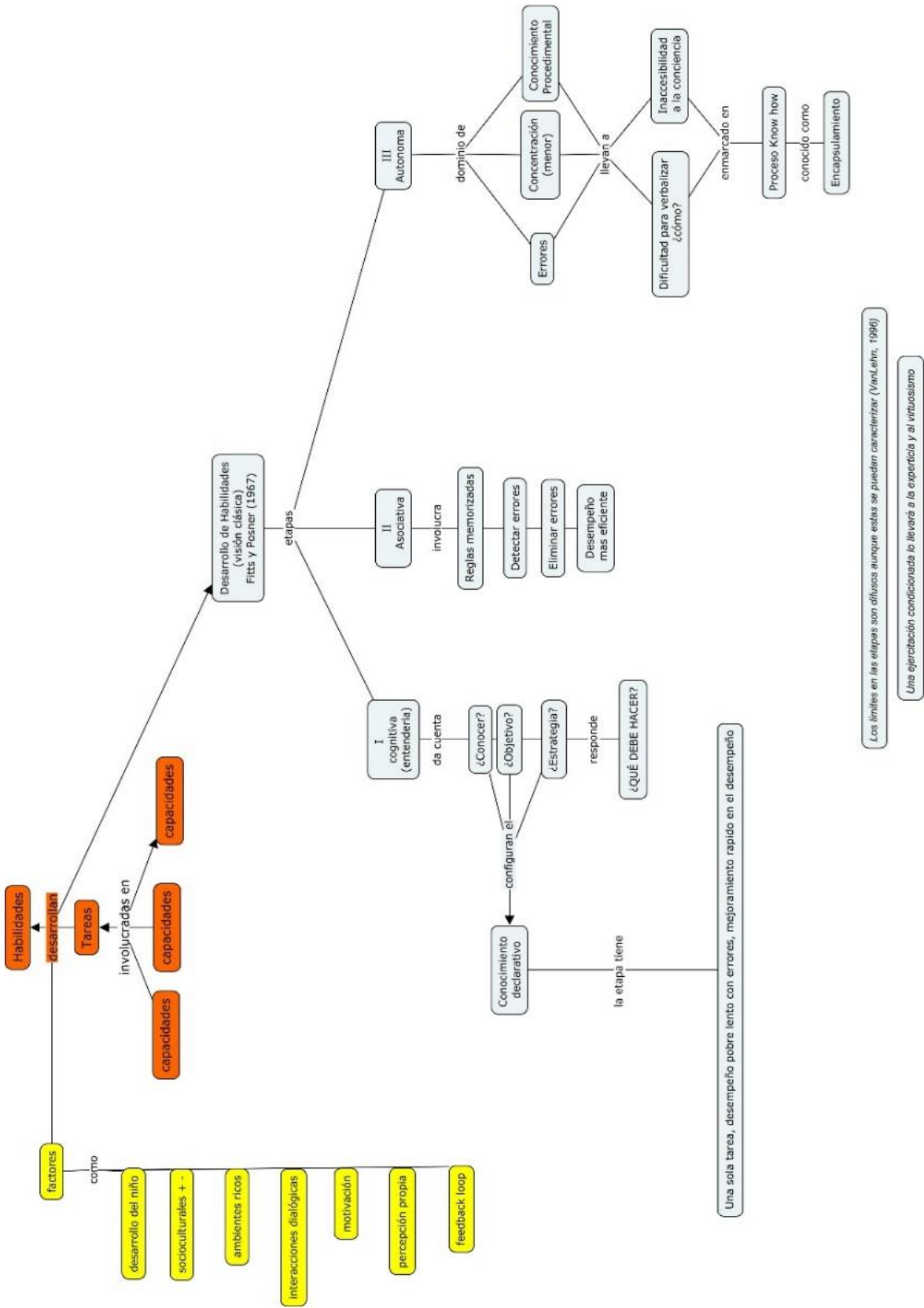


Ilustración 2 Habilidades, factores, capacidades y tareas

Dado todo lo anterior y lo particular que se hace el proceso para el desarrollo de la habilidades cognitivas, es claro que no es posible dar cuenta de una forma única que lleve o garantice el desarrollo de dicha habilidad cognitiva, sea el caso que fuere, hecho que resaltan Acosta, D, et al., (2013).

### **La práctica en el desarrollo de una habilidad cognitiva**

En consonancia con la definición de habilidad que se presenta, esta no se desarrollará abordándola desde una forma o proceder teórico, dado que solo a través de la actividad, del ejercicio consciente e intencionado se podrá avanzar en este camino.

Así, Acosta, D, et al., (2013), resaltan que, la forma en la que se consolidan los procesos que llevan al alcance de una habilidad es únicamente a través de la práctica, práctica de las tareas intencionadas al desarrollo de la habilidad. Aspecto reconocido como de gran importancia por múltiples autores, como señalan Acosta, D, et al., (2013) al citar a diversos autores, quienes coinciden en el potencial de la práctica, al señalar que tanto los desempeños, como el tiempo empleado en estos se hace más eficiente, dado que allí es donde se llevan a cabo los procesos, errores y las posibilidades de reconocimiento y mejora de estos.

Por otro lado, la práctica como camino de desarrollo de habilidades no solo nos lleva a cometer menos errores o a ser más efectivos en una tarea, sino que esta eficiencia es el resultado de cambios estructurales que ocurren en el cerebro, como afirman Acosta, D, et al., (2013). Para Hill y Schneider (2006) los dos mayores cambios con la práctica, son el incremento del tejido cortical dedicado a la tarea luego de largos periodos de entrenamiento (...) y una reorganización de las áreas del cerebro activas; es decir que diferentes áreas del cerebro están activas en diferentes etapas del aprendizaje (p. 655), hechos que se reflejan directamente en el desarrollo de estas y que mostrarán las diferencias entre alguien que inicia el proceso de desarrollo de una habilidad cognitiva y alguien que la haya alcanzado.

Aunque en el proceso de desarrollo de una habilidad, se hacen eficientes muchos procesos, su desarrollo y avance no crece linealmente durante todo el tiempo, puede tener momentos de muy alto o bajo avance, difíciles de predecir. Habrá habilidades que puedan tener caminos a niveles superiores de desarrollo, pero estos estarán condicionados a elementos internos y externos, empezando por mayor motivación, mayores conocimientos y tareas más complejas.

Así para cualquier habilidad habrá diferentes grados de desarrollo y su desarrollo estará ligado al tipo de tareas llevadas y a la regularidad de estas, como mencionan Acosta, D, et al., (2013, p 74).

Llegar a ser hábil no solo implicara mejores desempeños ya que estos están soportados en una serie de conocimientos que se han logrado durante el proceso de desarrollo. Implicará haber construido una base sólida respecto al *saber, el saber qué, el saber cómo*, que le permitirán al estudiante memorizar -aprender- la información del qué y cómo cumplir con la tarea, como lo mencionan Acosta, D, et al., (2013, p. 123), objetivo que se logrará solo desde una práctica continua, intencionada, enriquecida y flexible y que se presentará con diversos matices en cada estudiante que se enfrente a tal tarea, en virtud de sus diferencias y características que lo llevan a ser único.

## **Habilidades en ciencias Naturales**

### **Sobre Habilidades Científicas**

En una sociedad cambiante y de dinámicas aceleradas el tipo de enseñanza que reciba cada uno de sus miembros será determinante en el papel que juegue cada uno de ellos, uno considerándose como individuo y segundo construyéndose como un ser protagonista de los cambios de dicha sociedad.

Al respecto, las ciencias juegan un papel fundamental, demostrado a través de la historia, y que se evidencia por el impacto que todos sus desarrollos tienen en la vida de cada persona. Así es que a través de la propuesta de ciencias del MEN (2004), se hace clara la meta respecto a la formación en este campo, la cual es precisamente que “los y las estudiantes se aproximen progresivamente al conocimiento científico, tomando como punto de partida su conocimiento “natural” del mundo y fomentando en ellos una postura crítica que responda a un proceso de análisis y reflexión”(p. 104), elementos que serán fundamentales en su construcción de ciudadanía, como elemento complementario en su formación.

Es así que la formación en ciencias brinda o debe llegar al punto de brindar los elementos suficientes para que cada estudiante alcance habilidades cognitivas y aprendizajes que se reflejen en un impacto positivo en su vida y en la sociedad en que se desenvuelve, edificando seres autónomos, reflexivos, críticos, solidarios, propositivos y con un sentido de la responsabilidad individual y colectivo enfocado en la transformación. (MEN, 2004).

La anterior visión la plasma el Ministerio de Educación Nacional en las siguientes cuatro metas MEN (2004, p.105-107).

### **1. Favorecer el desarrollo del pensamiento científico**

...Se trata, entonces, de “desmitificar” las ciencias y llevarlas al lugar donde tienen su verdadero significado, llevarlas a la vida diaria, a explicar el mundo en el que vivimos.

Y para ello urge diseñar metodologías que les permitan a las y los estudiantes realizar actuaciones como lo hacen científicos y científicas. (MEN, 2004).

### **2. Desarrollar la capacidad de seguir aprendiendo**

En palabras del MEN (2004)...Ofrecer herramientas para seguir cultivándose el resto de su vida....relacionarse con un entorno complejo y cambiante

### **3. Desarrollar la capacidad de valorar críticamente la ciencia**

### **4. Aportar a la formación de hombres y mujeres miembros activos de una sociedad**

Metas que implican un proceso dirigido al desarrollo de habilidades respecto a:

- Explorar hechos y fenómenos
- Analizar problemas
- Observar, recoger y organizar información relevante
- Utilizar diferentes métodos de análisis
- Evaluar los métodos
- Compartir los resultados

Proceso que será gradual, acorde a las etapas del desarrollo de una habilidad cognitiva y a las capacidades, discapacidades o aptitudes con las que cuenta cada estudiante y que a la vez se dará en el acercamiento al conocimiento científico, a través de tareas intencionadas a este propósito, que implicaran la adquisición y desarrollo de una serie de comportamientos y actitudes propias del campo de las ciencias. Así lo resalta el MEN (2004), como se menciona a continuación

Las actitudes científicas son igualmente importantes y, por ello, se busca fomentar y desarrollar en el estudiante:

- La curiosidad
- La honestidad en la recolección de datos y su validación
- La flexibilidad



- La persistencia
- La crítica y la apertura mental
- La disponibilidad para hacer juicios
- La disponibilidad para tolerar la incertidumbre y aceptar la naturaleza provisional propia de la exploración científica
- La reflexión sobre el pasado, el presente y el futuro
- El deseo y la voluntad de valorar críticamente las consecuencias de los descubrimientos científicos
- La disposición para el trabajo en equipo

Camino que muestra el enfoque en el desarrollo de habilidades, a rastrear en los currículos propios de cada institución.

En relación a lo anterior, estudios como los de González. y García, Y. (2014), presentan los avances más recientes respecto al marco de habilidades cognitivas desarrolladas a través de la ciencia. La siguiente tabla muestra la síntesis que realizan.

<b>Abruscato (2004)</b>	<b>Friedl y Koontz(2005)</b>	<b>Chiappetta y Koballa (2006)</b>	<b>Martin et al. (2009)</b>	<b>Kovalik y Olsen(2010)</b>	<b>Mineduc (2012)</b>
Observar	Observar	Observar	Observar	Observar	Observar
Clasificar	Clasificar	Clasificar	Clasificar	Comunicar	Clasificar
Predecir	Inferir	Usar números	Predecir	Comparar	Comunicar
Usar números	Comunicar	Medir	Usar números	Organizar	Medir
Medir	Medir	Inferir	Medir	(ordenar, categorizar)	Usar modelos
Inferir	Experimentar	Usar relaciones espacio/tiempo	Interpretar datos	Relacionar	Experimentar
Usar relaciones espacio/tiempo		Interpretar datos	Controlar variables	Inferir	Analizar
Comunicar		Controlar variables	Definir operacionalmente	Aplicar	Comparar
Interpretar datos		Hipotetizar	Experimentar		Evaluar
Controlar variables		Definir operacionalmente	Formular modelos		Explorar
Hipotetizar		Experimentar	Inferir		Formular preguntas
Definir operacionalmente		Formular modelos	Comunicar		Investigar
Experimentar			Preguntar		Planificar
					Registrar
					Usar instrumentos

*Tabla 1. Síntesis de habilidades de proceso científico reportadas en la literatura reciente*

Cruzando el horizonte trazado por el MEN con los avances en cuanto a las habilidades cognitivas científicas mostradas por Abruscato, J. (2004), Friedl, E. y Koontz, Y. (2005), Chiappetta, D. y Koballa, T. (2006), Martin, R., Sexton, C. y Franklin, T. (2009),

Kovalik, S. y Olsen, K. (2010) y presentadas por González, D. et al. (2014, p. 276) (Tabla 1) en su estudio. Se propone la siguiente tabla de habilidades cognitivas en Ciencias Naturales.

Habilidad de	Explorar hechos y fenómenos	Analizar problemas	Observar, recoger y organizar información relevante	Utilizar diferentes métodos de análisis	Evaluar los métodos	Compartir los resultados
Acciones/Actitudes	La curiosidad Formular preguntas Plantear hipótesis	La persistencia La disponibilidad para hacer juicios El deseo y la voluntad de valorar críticamente las consecuencias de los descubrimientos científicos	La honestidad en la recolección de datos y su validación La disposición para el trabajo en equipo Buscar evidencias	La flexibilidad La disponibilidad para tolerar la incertidumbre y aceptar la naturaleza provisional propia de la exploración científica Explorar procedimientos Analizar desde una teoría	La crítica y la apertura mental La reflexión sobre el pasado, el presente y el futuro	El compromiso de mostrar resultados científicos Argumentar con sustento
Habilidades	Medir Comparar Explorar Conjeturar Predecir Observar	Explorar y conectar Identificar problemas Delimitar problemas Planificar Plantear problemas Hipotetizar Inferir Deducir Concluir	Identificar variables Relacionar variables Controlar variables Validar Organizar Registrar Codificar Decodificar Experimentar Observar	Usar modelos Usar teorías Explorar teorías Inducir Deducir Sintetizar Matematizar Aplicar Diseñar Seleccionar	Comparar Contrastar Validar Evaluar	Organizar Modelar Representar Comunicar Argumentar Sustentar

Tabla 2. Habilidades Acciones y Actitudes en la formación en ciencias.

Entendida así: En el proceso de desarrollar la habilidad de **Explorar hechos y Fenómenos** el estudiante consolida su actitud de **Curiosidad**, de **Formular Preguntas** y de **Plantear Hipótesis**, acciones que son soportadas por las habilidades cognitivas de **Medir**, **Comparar**, **Explorar**, **Conjeturar**, **Predecir** y **Observar**.

## Propuesta didáctica

La propuesta didáctica está conformada por cuatro temas o guías, que apuntan al desarrollo de habilidades cognitivas en Ciencias Naturales Física. Estas se estructuran de acuerdo a las cuatro etapas de aprendizaje del modelo de Educación Relacional Fontán, las cuales son: Punto de Partida y de Llegada, Investigación, Desarrollo de la Habilidad y Relación.

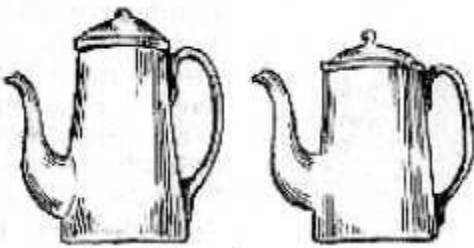
Cada sección o etapa del tema tendrá las siguientes características.

- **Encabezado.** Incluye: Área, Grado, Tema (Título) y la Duración.
- **Punto de partida y de llegada.** Incluye una sección de actividades recomendadas, la Habilidad a Desarrollar con el Tema, las Habilidades Específicas y los Aprendizajes de Física involucrados.
- **Investigación.** Incluye dos secciones, las actividades a Desarrollar y los Recursos. La primera de estas muestra una descripción de lo que se logrará en esta etapa, junto con las actividades dirigidas a tal propósito; la segunda presenta los recursos necesarios para el desarrollo de toda la guía o Tema, en este se incluyen recursos directamente relacionados con los aprendizajes a lograr y otros que brindarán herramientas de apoyo al estudiante.
- **Desarrollo.** En esta se incluye una descripción del propósito que esta etapa tiene, acompañado de las actividades a desarrollar.
- **Relación.** En esta se incluyen las actividades recomendadas para la culminación de la guía o tema, en la cual se busca que el estudiante haga la transferencia de lo desarrollado a lo largo del tema, ya sea, a través del estudio de una situación sugerida o volviendo al análisis y contrastación de la hipótesis inicial que propuso en su Punto de partida y de llegada.

Para el desarrollo de la propuesta se convoca a tres educadores de Física del colegio Fontán para dar a conocer la propuesta construida y que con su consentimiento verbal sea incluida dentro de sus planes de área los temas elaborados en ésta. Inicialmente se les presenta la propuesta construida, la cual consideran pertinente a las necesidades de los estudiantes y proceden a seleccionar a un grupo de 15 estudiantes, a quienes se les personalizará (modificará) su plan de estudios, incluyendo los cuatro temas de esta propuesta;

los estudiantes fueron consultados y manifestaron estar motivados y de acuerdo con la propuesta. Los estudiantes seleccionados cursaban grados desde noveno a once. En el desarrollo de las guías o temas, los estudiantes contaron con la guía y asesoría de sus educadores, asesoría dirigida a orientar el camino que seguirían para el logro de las habilidades y aprendizajes involucrados, mas no a la explicación directa de lo que en ellas se presenta.

Los siguientes son los temas que conforman la propuesta didáctica.

PUNTO DE PARTIDA Y PUNTO DE LLEGADA	
<b>LEARNING ONE TO ONE</b>	<b>ÁREA: Matemáticas-Física</b> <b>GRADO: 9 - 11</b> <b>TEMA: ¡A fluir!</b> <b>DURACIÓN EN DÍAS: 10</b>
<b>Actividades Recomendadas</b>	<p><b>El Problema de las Dos Cafeteras</b></p> <p>En la fig. 51 se muestran dos cafeteras de igual anchura: una de ellas más alta, y otra más baja.  ¿Cuál de las dos tiene mayor capacidad?</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p><i>Ilustración 3 Fig. 51. ¿En cuál de estas cafeteras se puede echar más agua?</i></p> <p>¿Al llenarlas de agua cuál alcanzará el mayor nivel?  ¿De qué crees que dependa ese nivel? – plantea tu hipótesis  Si en vez de líquido, pusieras en ellas canicas, ¿la cantidad de canicas sería la misma en ambas?</p> <p>Y por último en esta etapa...  Describe con tus palabras lo que quisieras aprender, desarrollar o responder con este tema.</p> <p><b>El desarrollo de este tema lo presentarás ya sea en físico o digital, siguiendo las pautas para presentación de trabajos escritos.</b></p>
<b>Habilidad a desarrollar</b>	Caracterizar físicamente un fluido como elemento inicial para establecer pautas de comparación entre diferentes tipos de fluidos que se encuentran en lo cotidiano.
Habilidades específicas	Medir, comparar, explorar, conjeturar, predecir, observar, hipotétizar.
Aprendizajes	Propiedades de los fluidos, principio de los vasos comunicantes

<b>INVESTIGACIÓN</b>	
<b>Actividades a desarrollar</b>	<p>En esta etapa de aprendizaje reunirás y consolidarás todos los aprendizajes y procesos necesarios para que puedas proponer una ruta para demostrar la hipótesis que propusiste en tu punto de partida.</p> <p>Indagaras respecto a las características y propiedades de los fluidos y respecto al principio de vasos comunicantes.</p> <p>El producto que entregarás será un mapa conceptual donde caracterices a los fluidos y lo acompañarás de una serie de experimentos, que tú elegirás, en donde explicarás y medirás las diferentes propiedades asociadas a ellos.</p>
<b>Recursos recomendados</b>	<p>Propiedades de los fluidos</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <a href="http://www.cbtafisica.net/Propiedades/propiedades.pdf">http://www.cbtafisica.net/Propiedades/propiedades.pdf</a></li> <li>2. <a href="http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/5091/fichero/2+-+PROPIEDADES+F%C3%8DSICAS+DE+LOS+FLUIDOS.pdf">http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/5091/fichero/2+-+PROPIEDADES+F%C3%8DSICAS+DE+LOS+FLUIDOS.pdf</a></li> <li>3. <a href="https://drive.google.com/open?id=0BxhwEyAf9XFgTUw4b2wtTDhHSDQ">https://drive.google.com/open?id=0BxhwEyAf9XFgTUw4b2wtTDhHSDQ</a></li> </ol> <p>Pautas y sugerencias para la redacción de informes:  <a href="https://www.fisicarecreativa.com/informes/Informes-modelo0.pdf">https://www.fisicarecreativa.com/informes/Informes-modelo0.pdf</a></p> <p>Sobre hipótesis:  <a href="http://newton.cnice.mec.es/materiales_didacticos/hipotesis/hipotesis.html">http://newton.cnice.mec.es/materiales_didacticos/hipotesis/hipotesis.html</a></p>
<b>DESARROLLO DE LA HABILIDAD</b>	
<b>Desarrollo de la habilidad</b>	<p>En esta etapa llevarás a la práctica lo adquirido en la etapa de investigación y para ello desarrollarás lo siguiente:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Elabora una lista de diferentes fluidos (cotidianos), los cuales compararás y clasificará en tablas para las diferentes propiedades que puedas medir en ellos, por ejemplo: densidad, peso específico, viscosidad,... (Tú eliges los criterios de clasificación)</li> <li>2. El producto a entregar será un informe de este ejercicio y los videos de los experimentos que realizaste.</li> </ol>
<b>RELACIÓN</b>	
<b>Actividades recomendadas</b>	<p>Ahora que estás más familiarizado con los fluidos, vuelve a la situación inicial del punto de partida y analiza si la hipótesis allí planteada fue correcta, para mostrarlo construye una demostración experimental y acompáñalo de una explicación donde hagas referencia a los elementos teóricos contruidos en tu etapa de investigación.</p>

# LEARNING ONE TO ONE

ÁREA: Matemáticas-Física  
GRADO: 9 - 11  
TEMA: ¡Tan grande como un Iceberg!  
DURACIÓN EN DÍAS: 10

## PUNTO DE PARTIDA Y PUNTO DE LLEGADA

### Actividades Recomendadas

La relación entre la ciencia y las acciones que ejecutamos a diario casi que pasa desapercibida en nuestro día a día y lo más increíble es que podría llegar a hacernos las cosas mucho más fácil.

Mira el siguiente video “Iniciación a la NATACIÓN: La flotación (Parte 4)” que encuentras en el link <https://www.youtube.com/watch?v=qWiQYN3m538> y mientras lo ves piensa en lo siguiente:

- ¿Qué tan importante es la flotación en la natación?;
- ...si tú has logrado flotar en el agua ¿cómo lo haces?;
- ¿Quién de tu familia flotaría más fácil?;
- ¿La física podría dar explicación a cómo flotar mejor?

Ahora...

Piensa en la siguiente situación. Se tiene una balanza con dos baldes o cubos llenos de agua, uno a cada lado de la balanza. En uno de los platillos de la balanza hay un cubo lleno de agua hasta los bordes. En el otro platillo, un cubo exactamente igual, también lleno hasta los bordes, pero en él flota un trozo de madera (fig. 55).

¿Qué dirías si te preguntaran ¿Qué cubo pesa más?

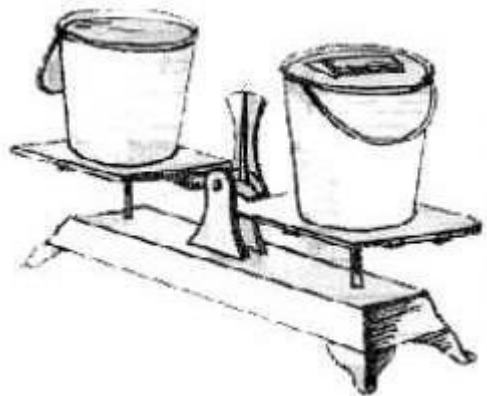


Fig. 55. Estos dos cubos son iguales y están llenos de agua hasta los bordes; pero en uno de ellos flota un trozo de madera. ¿Cuál de los dos pesa más?

Volvamos un poco atrás en la situación ...

Cuando la balanza estaba sin los cubos de agua en sus platillos, ¿esta se encontraba equilibrada?... ¿Por qué?

...al poner dos cubos llenos de agua (exactamente iguales), uno sobre cada platillo, ¿pesaban igual? ¿Se desequilibraba la balanza?

...luego de tener los dos cubos de agua sobre la balanza, uno de cada lado, y poner un trozo de madera dentro de uno ellos, ¿mostrarían diferencias en su peso? ¿Se desequilibraría la balanza? ¿A qué le atribuirías el cambio? ... ¿cuál de los dos pesa más?

	<p>Analizando la situación, algunas personas consideran que esta representa un “problema”, ¿Crees que esta situación es un problema? ¿Por qué?</p> <p>Resolvamos ahora otro problema. Yo coloco en la balanza un vaso con agua y junto a él pongo una pesa. Después de nivelar la balanza, colocando pesas en el otro platillo, cojo la antedicha pesa y la meto en el vaso con agua. ¿Qué ocurrirá con la balanza?</p> <p>Luego de dar respuesta a las preguntas anteriores escribe un plan que te permita demostrar tus respuestas, en este plan escribe los aprendizajes o conceptos por los que deberías indagar y además los materiales y el procedimiento experimental que seguirías y crees que sería suficiente para apoyar tus ideas.</p> <p>Y por último en esta etapa... Describe con tus palabras lo que quisieras aprender, desarrollar o responder con este tema.</p> <p><b>El desarrollo de este tema lo presentarás ya sea en físico o digital, siguiendo las pautas para presentación de trabajos escritos.</b></p>
<b>Habilidad a desarrollar</b>	Modelar situaciones experimentales apoyadas en elementos teóricos que permitan describir el comportamiento de algunos cuerpos en interacción con un fluido.
Habilidades específicas	Medir, comparar, explorar, conjeturar, predecir, observar, hipotétizar. Planificar, plantear problemas, identificar variables, relacionar variables, controlar variables, registrar, experimentar, observar, usar teorías, <i>comunicar, argumentar</i>
Aprendizajes	Fuerza (magnitud), presión, presión al interior de un fluido, principio de Arquímedes,
<b>INVESTIGACIÓN</b>	
<b>Actividades a desarrollar</b>	<p>En esta etapa de aprendizaje reunirás y consolidarás todos los aprendizajes y procesos necesarios para que puedas proponer una ruta para sustentar las respuestas que diste en tu punto de partida.</p> <p>...por lo tanto Indagaras respecto a: Peso, Fuerza (magnitud), presión, presión al interior de un fluido, principio de Arquímedes.</p> <p>El producto a presentar será una o varias herramientas de pensamiento, según consideres, donde des cuenta de los aprendizajes y procesos que requieras en tu ruta.</p>
<b>Recursos recomendados</b>	<p>Fluidos – principio de Arquímedes, características. <a href="https://pumalino.files.wordpress.com/2011/04/hidrostatica-parte-2-segundo.pdf">https://pumalino.files.wordpress.com/2011/04/hidrostatica-parte-2-segundo.pdf</a></p> <p>Pautas y sugerencias para la redacción de informes: <a href="https://www.fisicareactiva.com/informes/Informes-modelo0.pdf">https://www.fisicareactiva.com/informes/Informes-modelo0.pdf</a></p> <p>Sobre hipótesis: <a href="http://newton.cnice.mec.es/materiales_didacticos/hipotesis/hipotesis.html">http://newton.cnice.mec.es/materiales_didacticos/hipotesis/hipotesis.html</a></p>
<b>DESARROLLO DE LA HABILIDAD</b>	
<b>Desarrollo de la habilidad</b>	Una vez concluida tu etapa de investigación, leerás de nuevo la ruta que propusiste en tu punto de partida, la complementarás con lo que hallaste en la etapa anterior y la llevarás a cabo. En este punto puedes seguir una ruta teórica o una experimental para sustentar o refutar las respuestas que diste inicialmente, lo que si debes tener en cuenta es que sustentas suficientemente tus respuestas.
<b>RELACIÓN</b>	
<b>Actividades recomendadas</b>	<p>Aborda una de las siguientes situaciones.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Tal vez en algún momento hayas escuchado o te hayan preguntado “¿qué pesa más un kilo de hierro o un kilo de algodón?”. Qué dirías en este momento respecto a esta pregunta, ¿cómo demostrarías tu respuesta?</li> <li>Si al arrojar esferas de acero al agua, estas se hunden, ¿por qué se construyen los barcos de ese material y cómo hacen para no hundirse? ¿cómo demostrarías tu respuesta?</li> </ul>

# LEARNING ONE TO ONE

**ÁREA:** Física  
**GRADO:** 9 - 11  
**TEMA:** ¡Una aventura extrema!  
**DURACIÓN EN DÍAS:** 10

## PUNTO DE PARTIDA Y PUNTO DE LLEGADA

<b>Actividades Recomendadas</b>	<p>El siguiente video es una clara expresión de cómo se comporta un río (fluido) cuando recorre su lecho, además que muestra una emocionante forma de sacar provecho a todas sus variaciones.</p> <p>RAFTING CATEGORÍA 5 (La máxima) RIO ZAMBECE  <a href="https://www.youtube.com/watch?v=Yj3vchCptuc">https://www.youtube.com/watch?v=Yj3vchCptuc</a></p> <p>Mientras ves el video, ve identificando elementos que te permitan dar respuesta a los siguiente:</p> <p>Los rápidos en un río tienen diferentes categorías, ¿qué elementos tendrías en cuenta para establecer esas categorías?  ¿De qué variables crees que depende el comportamiento del río a lo largo de su trayectoria?</p> <p>Y por último en esta etapa...  Describe con tus palabras lo que quisieras aprender, desarrollar o responder con este tema.</p> <p><b>El desarrollo de este tema lo presentarás ya sea en físico o digital, siguiendo las pautas para presentación de trabajos escritos.</b></p>
<b>Habilidad a desarrollar</b>	Caracterizar el comportamiento de un fluido en movimiento desde el análisis de prácticas deportivas como el Cayaquismo y el Rafting para recoger elementos que permitan abordar problemáticas asociadas en el contexto colombiano.
Habilidades específicas	Medir, comparar, explorar, conjeturar, predecir, observar, hipotétizar. Planificar, plantear problemas, identificar variables, relacionar variables, controlar variables, registrar, experimentar, observar, usar teorías, <i>comunicar, argumentar</i>
Aprendizajes	Ecuación de continuidad, Caudal, ecuación de Bernoulli, clasificación de Ríos rápidos

## INVESTIGACIÓN

<b>Actividades a desarrollar</b>	<p>En esta etapa de aprendizaje reunirás y consolidarás todos los aprendizajes y procesos necesarios para que puedas proponer una ruta describir el comportamiento de un río en movimiento.</p> <p>Indagaras respecto a:  Fluidos en movimiento (características), Ecuación de continuidad, Caudal, ecuación de Bernoulli, clasificación de Ríos rápidos.</p> <p>Los productos que entregarás en esta etapa serán un mapa conceptual donde plasmes los elementos abordados previamente (conceptos, formulas,...) y un mapa geográfico donde muestres los principales ríos en Colombia para practicar el Rafting o el Cayaquismo (justificando el por qué son).</p> <p>Para el mapa conceptual tendrás en cuenta los siguientes criterios:</p> <p>Los conceptos más generales deben estar mucho más cerca al título que los más específicos.  Muestra las relaciones con líneas y flechas y SIEMPRE con PALABRAS DE ENLACE (con, a través, en, para, etc.).  Muestra la integralidad del texto (tema) (no de una sola parte de éste) y debe hacerse usando palabras propias.  No debe mantener la organización del Cuadro Organizador.</p>
----------------------------------	---



	<p>Los conceptos principales están diferenciados del resto debido a que están en mayúscula, mantienen un color diferente, etc. Debe tener máximo 1 frase por “cajón conceptual”</p>
<b>Recursos recomendados</b>	<p>Graduación de los ríos de aguas bravas: <a href="http://www.rafting10.com/graduacion-de-los-rios-de-aguas-bravas">http://www.rafting10.com/graduacion-de-los-rios-de-aguas-bravas</a></p> <p>Tres ríos colombianos para practicar rafting o canotaje: <a href="http://revistadiners.com.co/articulo/25_92_en-la-corrrente-de-la-aventura">http://revistadiners.com.co/articulo/25_92_en-la-corrrente-de-la-aventura</a></p> <p>Ecuación de continuidad: <a href="http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/fluidos/dinamica/bernoulli/bernouilli.htm#Ecuación de Bernoulli">http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/fluidos/dinamica/bernoulli/bernouilli.htm#Ecuación de Bernoulli</a></p> <p>kayak olímpico: <a href="https://www.youtube.com/watch?v=G1y1wHBnBKA">https://www.youtube.com/watch?v=G1y1wHBnBKA</a></p> <p>Pautas y sugerencias para la redacción de informes: <a href="https://www.fisicarecreativa.com/informes/Informes-modelo0.pdf">https://www.fisicarecreativa.com/informes/Informes-modelo0.pdf</a></p> <p>Sobre hipótesis:<a href="http://newton.cnice.mec.es/materiales_didacticos/hipotesis/hipotesis.html">http://newton.cnice.mec.es/materiales_didacticos/hipotesis/hipotesis.html</a></p> <p>Mapas conceptuales: <a href="https://www.if.ufrgs.br/~moreira/mapasesp.pdf">https://www.if.ufrgs.br/~moreira/mapasesp.pdf</a></p>
<b>DESARROLLO DE LA HABILIDAD</b>	
<b>Desarrollo de la habilidad</b>	<p>En esta etapa llevarás a la práctica lo adquirido en la etapa de investigación y para ello desarrollarás lo siguiente:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. En el siguiente link <a href="https://www.youtube.com/watch?v=G1y1wHBnBKA">https://www.youtube.com/watch?v=G1y1wHBnBKA</a> encontraras el video del “Men's Canoe Double - Heats   London 2012 Olympics”, el cual inicia con una panorámica de la pista de competencia. Tu trabajo consiste en analizar el recorrido total y caracterizarlo a partir de las velocidades que podría tomar en cada tramo, es decir, indicaras cuales son los puntos en los que el agua podría llegar a alcanzar las mayores y menores velocidades, hecho que acompañaras con la explicación pertinente.</li> <li>2. Construirás una maqueta o modelo de río, que te permita mostrar cómo este logra diferentes velocidades en su recorrido, propuesta que soportaras con la indagación hecha en tu etapa de investigación. Adicional a lo anterior, propondrás una forma de medir la velocidad en cada tramo del recorrido, e incluirás tramos con diferentes categorías.</li> </ol>
<b>RELACIÓN</b>	
<b>Actividades recomendadas</b>	<p>Luego de haber hecho el recorrido por las anteriores etapas, harás uso de las habilidades que vienes desarrollando y de los conocimientos alcanzados, para poder identificar, dar explicación y solución a un problema de tu país que este asociado con este tema. Los resultados de esta actividad las publicarás y socializarás con tu comunidad.</p>

# LEARNING ONE TO ONE

**ÁREA:** Física  
**GRADO:** 9 - 11  
**TEMA:** ¡El mejor vuelo!  
**DURACIÓN EN DÍAS:** 20

## PUNTO DE PARTIDA Y PUNTO DE LLEGADA

<b>Actividades Recomendadas</b>	<p>El siguiente video te muestra una de las cosas que podrías explicar desde la física y con la te divertirías mucho. <a href="https://youtu.be/xIIX7WJLFYw">https://youtu.be/xIIX7WJLFYw</a></p> <p>Si tú fueras a construir uno de esos cohetes, ¿qué crees que deberías tener en cuenta? ¿Sería mejor trabajarlo solo o en equipo? Haz un diseño de cómo sería ese cohete</p> <p>Sabías que en el mundo se realizan competencias de cohetes impulsados con agua. La siguiente es una de ellas <a href="https://youtu.be/BfTmlqtnYsQ">https://youtu.be/BfTmlqtnYsQ</a></p> <p>¿Qué categorías podría haber para las competiciones? ¿Si fueras a competir cuál crees que sería tu mayor reto? ¿Qué cosas de física crees que necesitarías o podrías aprender para lograr el mejor cohete?</p> <p>Y por último en esta etapa... Describe con tus palabras lo que quisieras aprender, desarrollar o responder con este tema.</p> <p><b>El desarrollo de este tema lo presentarás ya sea en físico o digital, siguiendo las pautas para presentación de trabajos escritos.</b></p>
<b>Habilidad a desarrollar</b>	Caracterizar el comportamiento de un fluido en movimiento desde el análisis descriptivo de las variables involucradas en el estudio y construcción de cohetes de agua.
Habilidades específicas	Medir, comparar, explorar, conjeturar, predecir, observar, Hipotétizar. Planificar, plantear problemas, identificar variables, relacionar variables, controlar variables, registrar, experimentar, observar, usar teorías, <i>comunicar, argumentar</i>
Aprendizajes	Ecuación de continuidad, Teorema de Toricelli, Vaciado de un depósito, Empuje de un cohete.

## INVESTIGACIÓN

<b>Actividades a desarrollar</b>	<p>En esta etapa de aprendizaje reunirás y consolidarás todos los aprendizajes y procesos necesarios para que puedas lograr la construcción del mejor cohete de agua. Para ello indagaras sobre las siguientes cosas:</p> <p>Ecuación de continuidad Teorema de Toricelli Vaciado de un deposito Empuje de un cohete (¿cómo lograr el mayor empuje?) Parámetros que intervienen en el vuelo de un cohete (¿cómo controlo los parámetros o variables para logara el mejor resultado?)</p> <p>Estructura de un cohete de Agua Cuerpo del cohete Tobera de lanzamiento (sistema de salida de agua) Plataforma de lanzamiento</p> <p>Altura alcanzada por el cohete (¿cómo saberla?). Máximo alcance horizontal del cohete (¿cómo saberlo?) Explicación del funcionamiento de un cohete de agua</p> <p>Los productos que entregarás en esta etapa será una cartilla o libro digital (formato libre) n donde muestre todos los aprendizajes, explicaciones y el recorrido que debes seguir para construir tu cohete de agua.</p>
----------------------------------	---

<b>Recursos recomendados</b>	<p>¿Cómo construirlo? <a href="https://youtu.be/3244s2SAq2c">https://youtu.be/3244s2SAq2c</a></p> <p>La tobera <a href="https://youtu.be/paaPc_xnaj8">https://youtu.be/paaPc_xnaj8</a></p> <p>La base <a href="https://youtu.be/nFJou_uADP4">https://youtu.be/nFJou_uADP4</a></p> <p>La base 2 <a href="https://youtu.be/fhSV-xCoapk">https://youtu.be/fhSV-xCoapk</a></p> <p>Manual de construcción <a href="https://2mp.conae.gov.ar/descargas/Materiales%20Cohetes%20de%20Agua-Manual%20del%20Educador.pdf">https://2mp.conae.gov.ar/descargas/Materiales%20Cohetes de Agua-Manual del Educador.pdf</a></p> <p>Cohetes de agua (explicación y niveles) <a href="https://es.slideshare.net/aguada.gras/la-construccion-de-un-cohete-de-agua-y-su-aplicacion-didactica">https://es.slideshare.net/aguada.gras/la-construccion-de-un-cohete-de-agua-y-su-aplicacion-didactica</a></p> <p>Revistas y libros digitales <a href="http://es.calameo.com/books/001363847ea8d666d68a7">http://es.calameo.com/books/001363847ea8d666d68a7</a></p> <p>Pautas y sugerencias para la redacción de informes: <a href="https://www.fisicarecreativa.com/informes/Informe-modelo0.pdf">https://www.fisicarecreativa.com/informes/Informe-modelo0.pdf</a></p> <p>Sobre hipótesis: <a href="http://newton.cnice.mec.es/materiales_didacticos/hipotesis/hipotesis.html">http://newton.cnice.mec.es/materiales_didacticos/hipotesis/hipotesis.html</a></p> <p>Mapas conceptuales: <a href="https://www.if.ufrgs.br/~moreira/mapasesp.pdf">https://www.if.ufrgs.br/~moreira/mapasesp.pdf</a></p>
<b>DESARROLLO DE LA HABILIDAD</b>	
<b>Desarrollo de la habilidad</b>	<p>En esta etapa llevarás a la práctica lo adquirido en la etapa de investigación y para ello desarrollarás lo siguiente:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Construirás dos cohetes de agua y crearas el video de su construcción</li> <li>2. Elaboraras dos videos donde describas el vuelo del cohete, tanto el vertical como el parabólico.</li> <li>3. Escogerás un parámetro determinante del comportamiento del cohete (agua, presión, ángulo de lanzamiento, masa de agua, diámetro del orificio de salida del agua,...), el cual manipularas variándolo entre diferentes valores y describirás la relación que este tiene en el comportamiento del cohete, concluyendo cuál sería el valor óptimo. Crea un video donde muestres todo este proceso.</li> <li>4. Elabora un informe de esta práctica.</li> </ol>
<b>RELACIÓN</b>	
<b>Actividades recomendadas</b>	<p>Ya que el trabajo que has realizado hasta esta etapa ha sido muy valioso, es necesario que los resultados y alcance de este tema los publiques y socialices con tu comunidad. Para ello construirás en equipo y con ayuda de tus analistas la propuesta para el primer torneo de cohetería hidráulica de tu colegio en el cual participaran diferentes colegios. Deberás construir las reglas de la competencia y las bases del concurso.</p>

## Capítulo 3

### Análisis y Conclusiones

Debido a dificultades propias de la dinámica de la institución, todo el grupo no logra avanzar o concluir en su totalidad los temas propuestos. Dificultades o dinámicas que son necesarias mencionar, retiro de profesores, cierre de grado de los estudiantes, periodos de vacaciones de estudiantes, flexibilidad en la duración de los temas. Los anteriores aspectos llevaron a que dos estudiantes lograran concluir su primer tema de esta propuesta, son los casos que se analizan.

Es así que el análisis de la propuesta girará alrededor de los siguientes aspectos.

1. Avance en el desarrollo de las habilidades involucradas.
2. Construcción de conocimientos propios por parte de los estudiantes.
3. Diseño de estrategias propias por parte de los estudiantes para la construcción de sus conocimientos.
4. Construcción de explicaciones propias por parte de los estudiantes.
5. Guía y asesoría por parte de los educadores.

En cuanto al primer aspecto se evidencia que los estudiantes transitan por la primera etapa del desarrollo de una habilidad cognitiva, la etapa “Cognitiva”. En la cual han configurado un conocimiento declarativo, que les permite dar cuenta del ¿Qué debe hacer? y de un acercamiento inicial a los aprendizajes involucrados. Aunque respecto a la base de conocimientos, se encuentra una diferencia significativa entre los dos estudiantes, hecho atribuible a la diferencia de grados en los que se encuentran, 9° (Antonia) y 10° (Sebastián).

Como elemento adicional para consolidar los aspectos que con lleva la etapa “Cognitiva” será necesario establecer estrategias que los lleve a apropiar tanto los objetivos en las actividades propuestas, como la necesidad de construir estrategias propias de explicación a los fenómenos que se estudiaron.

En cuanto al segundo aspecto, se evidencia la tendencia a la repetición de conocimientos encontrados en las fuentes sugeridas, mas no de un conocimiento construido a lo largo del tema.

En cuanto al tercer aspecto, el “Diseño de estrategias propias para la construcción de sus conocimientos”, se evidencia que ambos estudiantes transcurren por un momento en el

cual hacen uso de estrategias probadas y desarrolladas por otros autores, mas no de estrategias propuestas por ellos mismos.

En cuanto al cuarto aspecto, “Construcción de explicaciones propias por parte de los estudiantes”, estas giran en torno a la descripción de las situaciones observadas, mas no a la identificación y descripción de la relación entre las variables físicas involucradas en el fenómeno estudiado.

En cuanto al quinto aspecto, “Guía y asesoría por parte de los educadores”, se observa que esta se encuentra condiciona por una práctica docente enfocada a la adquisición de conocimientos de forma mecánica, memorística y desarticulada del proceso sugerido para cada tema.

A modo de conclusión, como resultado de la propuesta se logró una mayor aceptación y disposición para el desarrollo de temas como los que se incluyeron en la propuesta, ya que estos le permitía a ellos, a los estudiantes, la construcción de procesos propios, alejados de las prácticas mecánicas, repetitivas y memorísticas del aula tradicional, además que los ubicaba como los protagonistas de su propio proceso de aprendizaje ya que esta no pretendía unificar y estandarizar aprendizajes sino orientar un proceso personal de desarrollo de habilidades científicas. Aunque no se alcanza el desarrollo de los cuatro temas propuestos, sí se logra la construcción de un mayor sentido respecto a la importancia del aprendizaje de la Física por parte de los estudiantes y además recoger evidencia que concuerda con las etapas identificadas para el desarrollo de habilidades cognitivas.

Por otro lado, es claro cómo el desarrollar habilidades científicas en el aula es un reto que involucra un giro en las prácticas tanto de educadores como de estudiantes, ya que, aunque se tenga una propuesta enfocada al desarrollo de habilidades en ciencia, su alcance será condicionado por la concepción que tengan los educadores respecto a lo que es una habilidad y a cómo se logra su desarrollo y además del recorrido que lleva el estudiante en sus clases de Física. Hecho que plantea el reto de capacitar tanto a los educadores del colegio Fontán para que logren construir y dirigir procesos enfocados al desarrollo de habilidades en Física, como a los estudiantes de modo que logren la construcción de ese nuevo rol en el cual son protagonistas de la construcción de sus aprendizajes y el desarrollo de sus propias habilidades cognitivas.

### Lista de referencias bibliográficas

- Acevedo, J. A. (2004). Reflexiones sobre las finalidades de la enseñanza de las ciencias: educación científica para la ciudadanía. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 1, 3-16.
- Acosta, D. & Vasco, C. (2013). Habilidades, competencias y experticias: más allá del saber qué y el saber cómo. Bogotá, Colombia, Corporación Universitaria Unitec. Universidad de Manizales y La Fundación Centro Internacional de Educación y Desarrollo Humano (Cinde).
- Anderson, J. (1982). Acquisition of cognitive skill. *Psychological review*, 89(4), 369-406. doi: 10.1037/0033-295X.89.4.369
- Ansón, J. A., y Torija, B. B. (2017). Resultados e implicaciones de una propuesta para promover el desarrollo de las destrezas científicas en un aula de Biología de bachillerato. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 16(1), 132-151. Recuperado en [http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen16/REEC\\_16\\_1\\_7\\_ex1079.pdf](http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen16/REEC_16_1_7_ex1079.pdf)
- Caamaño, A. (2012). La investigación escolar es la actividad que mejor integra el aprendizaje de los diferentes procedimientos científicos. En E. Pedrinaci (Coord.), *11 Idea Clave. El desarrollo de la competencia científica* (pp. 127–146). Barcelona: Graó.
- Carroll, J. B. (1992). Cognitive abilities: The state of the art. *Psychological Science*, 3(5), 266-270. doi: 10.1111/j.1467-9280.1992.tb00669.x.
- Carroll, J. B. (1993). *Human cognitive abilities: A survey of factor-analytic studies*. New York: Cambridge University Press.
- Colegio Fontán. (2016) PEI.
- Diagrama del cohete. [Figura 13]. Adaptado de: [http://www.sc.edu/es/sbweb/fisica/fluidos/dinamica/cohete/cohete.htm#Datos del cohete](http://www.sc.edu/es/sbweb/fisica/fluidos/dinamica/cohete/cohete.htm#Datos%20del%20cohete)
- Feynman, R. (1971), *Física volumen I: Mecánica, radiación y calor*, México DF, México, Addison Wesley
- Fitts, P.M.; & Posner, M.I. (1967). *Human performance*. Belmont, CA: Brooks/Cole.
- Finney, G. A. (1997). Analysis of a water-propelled rocket: A problem in honors physics. *American Journal of Physics*, Vol. 68, No. 3, March 2000. Recuperable en: [https://www.researchgate.net/profile/Greg\\_Finney2/publication/253753714\\_Analysis\\_of\\_a\\_water-propelled\\_rocket\\_A\\_problem\\_in\\_honors\\_physics/links/572b8ac308ae057b0a09545a/Analysis\\_of\\_a\\_water-propelled\\_rocket\\_A\\_problem\\_in\\_honors\\_physics](https://www.researchgate.net/profile/Greg_Finney2/publication/253753714_Analysis_of_a_water-propelled_rocket_A_problem_in_honors_physics/links/572b8ac308ae057b0a09545a/Analysis_of_a_water-propelled_rocket_A_problem_in_honors_physics)

[sis-of-a-water-propelled-rocket-A-problem-in-honors-physics.pdf?origin=publication\\_detail](https://www.researchgate.net/profile/Greg_Finney2/publication/253753714_Analysis_of_a_water-propelled_rocket_A_problem_in_honors_physics/pdf?origin=publication_detail)

Finney, G. A. (1997). Diagrama del cohete de agua. [Figura 14]. Tomado de: Analysis of a water-propelled rocket: A problem in honors physics. American Journal of Physics, Vol. 68, No. 3, March 2000. Recuperable en:

[https://www.researchgate.net/profile/Greg\\_Finney2/publication/253753714\\_Analysis\\_of\\_a\\_water-](https://www.researchgate.net/profile/Greg_Finney2/publication/253753714_Analysis_of_a_water-propelled_rocket_A_problem_in_honors_physics/pdf?origin=publication_detail)

[propelled\\_rocket\\_A\\_problem\\_in\\_honors\\_physics/links/572b8ac308ae057b0a09545a/Analysis-of-a-water-propelled-rocket-A-problem-in-honors-physics.pdf?origin=publication\\_detail](https://www.researchgate.net/profile/Greg_Finney2/publication/253753714_Analysis_of_a_water-propelled_rocket_A_problem_in_honors_physics/pdf?origin=publication_detail)

Gardner, H. (2004). The unschooled mind (2<sup>a</sup> ed.). New York: Little, Brown and Company.

González, D. y García, Y. (2014). Desarrollo de habilidades científicas en la formación inicial de profesores de ciencias y matemática. Educ. Educ. 17 (2), 271-285. Doi.10.5294/edu.2014.17.2.4

Hill, N. M., & Schneider, W. (2006). Brain changes in the development of expertise: Neuroanatomical and neurophysiological evidence about skill-based adaptations. En K. A.

Ishii, N., (2008). Cohetes de Agua. Manual del Educador. Organismo de Exploración Aeroespacial del Japón, Centro de Educación Espacial.

Ishii, N., (2008). Componentes de un Cohete hidráulico. [Figura 12]. Adaptado de: Cohetes de Agua. Manual del Educador. Organismo de Exploración Aeroespacial del Japón, Centro de Educación Espacial. (p. 12)

Kian, J. (2014). Learn Physics with a Water-Propelled Rocket. National Space Agency, Malaysia, Abstract Number: 430. Recuperado de

<https://www.noexperiencenecessarybook.com/o85mw/learn-physics-with-a-water-propelled-rocket-jong-tze-kian.html>

Kian, J. (2014). The different forces  $\vec{F}$  acting on the water rocket model. (Las diferentes fuerzas  $F$  actuando sobre el modelo de cohete de agua ). [Figura 15]. Tomado de: Learn Physics with a Water-Propelled Rocket. National Space Agency, Malaysia, Abstract Number: 430. Recuperado de <https://www.noexperiencenecessarybook.com/o85mw/learn-physics-with-a-water-propelled-rocket-jong-tze-kian.html>

- Kian, J. (2014). The force curve during the water and air thrust phases. i) net force corrected with gravity and air drag (solid line); ii) net force corrected only with gravity (wide dashed line); iii) thrust only (short dashed line). [Figura 16]. Tomado de: Learn Physics with a Water-Propelled Rocket. National Space Agency, Malaysia, Abstract Number: 430. Recuperado de <https://www.noexperiencenecessarybook.com/o85mw/learn-physics-with-a-water-propelled-rocket-jong-tze-kian.html>
- Kian, J. (2014). The acceleration (solid line) and exhaust velocity (dashed line) during the water and air thrust phases. [Figura 17]. Tomado de: Learn Physics with a Water-Propelled Rocket. National Space Agency, Malaysia, Abstract Number: 430. Recuperado de <https://www.noexperiencenecessarybook.com/o85mw/learn-physics-with-a-water-propelled-rocket-jong-tze-kian.html>
- Las fuerzas como vectores. [Figura 3]. Recuperado de <https://sites.google.com/site/fuerzasenlodebachillerato/las-fuerzas-como-vectores>
- Martin, R., Sexton, C. y Franklin, T. (2009). Teaching science for all children: Inquiry methods for instructing understanding (4 ed.). Boston: Pearson Education.
- MINEDUC (2012). Bases curriculares 2012. Santiago de Chile: MINEDUC.
- Ministerio de Educación Nacional (2006), Estándares Básicos de Competencias en Lenguaje, Matemáticas, Ciencias y ciudadanas. Guía sobre lo que los estudiantes deben saber y saber hacer con lo que aprenden. Bogotá, Colombia, MEN. Recuperado de [http://www.mineduacion.gov.co/1621/articles-116042\\_archivo\\_pdf3.pdf](http://www.mineduacion.gov.co/1621/articles-116042_archivo_pdf3.pdf)
- Ministerio de Educación Nacional (1998) *Lineamientos Curriculares de Ciencias Naturales y Educación Ambiental*. Bogotá, Colombia, MEN. Recuperado de [http://www.mineduacion.gov.co/1621/articles-89869\\_archivo\\_pdf5.pdf](http://www.mineduacion.gov.co/1621/articles-89869_archivo_pdf5.pdf)
- Moreira, M. A. (2013). Enseñanza de la física: aprendizaje significativo, aprendizaje mecánico y criticidad. En Revista de Enseñanza de la Física, Vol. 26, No. 1, Dic 2014, 45-52.
- Mott, R. L., (2006), *Mecánica de fluidos*, México, México: Pearson Educación.
- Mott, R. (2006). Sección de tubería, con sección transversal variable. [Figura 4]. Adaptado de Mott (2006, p.156)
- Mott, R. (2006). La presión actúa sobre un volumen pequeño de fluido de modo uniforme y en todas las direcciones. [Figura 5]. *Mecánica de fluidos*, México, México: Pearson Educación. (p.12)



- Mott, R. (2006). La presión actúa sobre un volumen pequeño de fluido de modo uniforme y en todas las direcciones. [Figura 6]. *Mecánica de fluidos*, México, México: Pearson Educación. (p.12)
- Mott, R. (2006). Sección de tubería, con sección transversal variable. [Figura 7]. Adaptado de Mott (2006, p.156)
- Mott, R. (2006). Elemento de fluido en una tubería. [Figura 9]. Tomado de: Mott, R. L., (2006), *Mecánica de fluidos*, México, México: Pearson Educación. (p. 166)
- Mott, R. (2006). Elemento de fluido en una tubería. [Figura 10]. Tomado de: Mott, R. L., (2006), *Mecánica de fluidos*, México, México: Pearson Educación. (p. 166)
- Mott, R. (2006). Elemento de fluido en una tubería. [Figura 11]. Tomado de: Mott, R. L., (2006), *Mecánica de fluidos*, México, México: Pearson Educación. (p. 166)
- Peralta, R., y Fabi, (1993), *Fluidos: Apellidos de líquidos y gases*, México DF, México, Fondo de cultura económica.
- Peralta, R., y Fabi, (1993). Flujo uniforme y lento alrededor de un cilindro circular. [Figura 1]. Recuperado de [http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen3/ciencia3/115/html/sec\\_5.htm](http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen3/ciencia3/115/html/sec_5.htm)
- Peralta, R., y Fabi, (1993). Flujo uniforme y lento alrededor de un cilindro circular. [Figura 2]. Recuperado de [http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen3/ciencia3/115/html/sec\\_5.htm](http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen3/ciencia3/115/html/sec_5.htm)
- Peralta, R., y Fabi, (1993). Secciones de Leonardo da Vinci. [Figura 8]. Recuperado de [http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen3/ciencia3/115/html/sec\\_6.htm](http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen3/ciencia3/115/html/sec_6.htm)
- Streeter, V, (1979), *Mecánica de los fluidos*, México DF, México, McGraw Hill de México.
- Sun, R., Merrill, E., & Peterson, T. (2001). From implicit skills to explicit knowledge: A bottom-up model of skill learning. *Cognitive Science*, 25, 203-244. doi: 10.1207/s15516709cog2502\_2

## Apéndice

Trabajo presentado por la estudiante **Antonia Bulla**

INTRODUCCIÓN A LA FÍSICA

ANTONIA ISABEL BULLA ALGARRA

COLEGIO FONTAN TALLER AUTONOMIA AVANZADA  
AREA MATEMÁTICAS  
BOGOTA  
2017

INTRODUCCIÓN A LA FÍSICA

ANTONIA ISABEL BULLA ALGARRA

Trabajo teórico para el área de matemáticas

Erick ~~Diaz~~

Analista matemáticas

COLEGIO FONTÁN TALLER AUTONOMIA AVANZADA

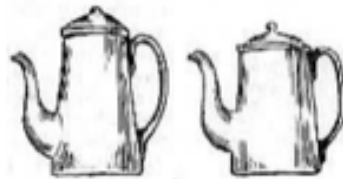
ÁREA DE MATEMÁTICAS

BOGOTÁ

2017

### PUNTO DE PARTIDA

El Problema de las Dos Cafeteras En la fig. 51 se muestran dos cafeteras de igual anchura: una de ellas más alta, y otra más baja. Ilustración 1 Fig. 51.



¿Cuál de las dos tiene mayor capacidad?

La cafetera más alta

¿En cuál de estas cafeteras se puede echar más agua?

En la cafetera más alta.

¿Al llenarlas de agua cuál alcanzará el mayor nivel?

La más alta

¿De qué crees que dependa ese nivel? – plantea tu hipótesis

Del tamaño de la cafetera

Si en vez de líquido, pusieras en ellas canicas, ¿la cantidad de canicas sería la misma en ambas?

No, porque una es más alta que la otra

**Y por último en esta etapa... Describe con tus palabras lo que quisieras aprender, desarrollar o responder con este tema.**

Me gustaría aprender los conceptos básicos de la física

**INVESTIGACIÓN:**

**En esta etapa de aprendizaje reunirás y consolidarás todos los aprendizajes y procesos necesarios para que puedas proponer una ruta para demostrar la hipótesis que propusiste en tu punto de partida.**

**Indagaras respecto a las características y propiedades de los fluidos y respecto al principio de vasos comunicantes. El producto que entregarás será un mapa conceptual donde caracterices a los fluidos y lo acompañarás de una serie de experimentos, que tú elegirás, en donde explicarás y medirás las diferentes propiedades asociadas a ellos.**

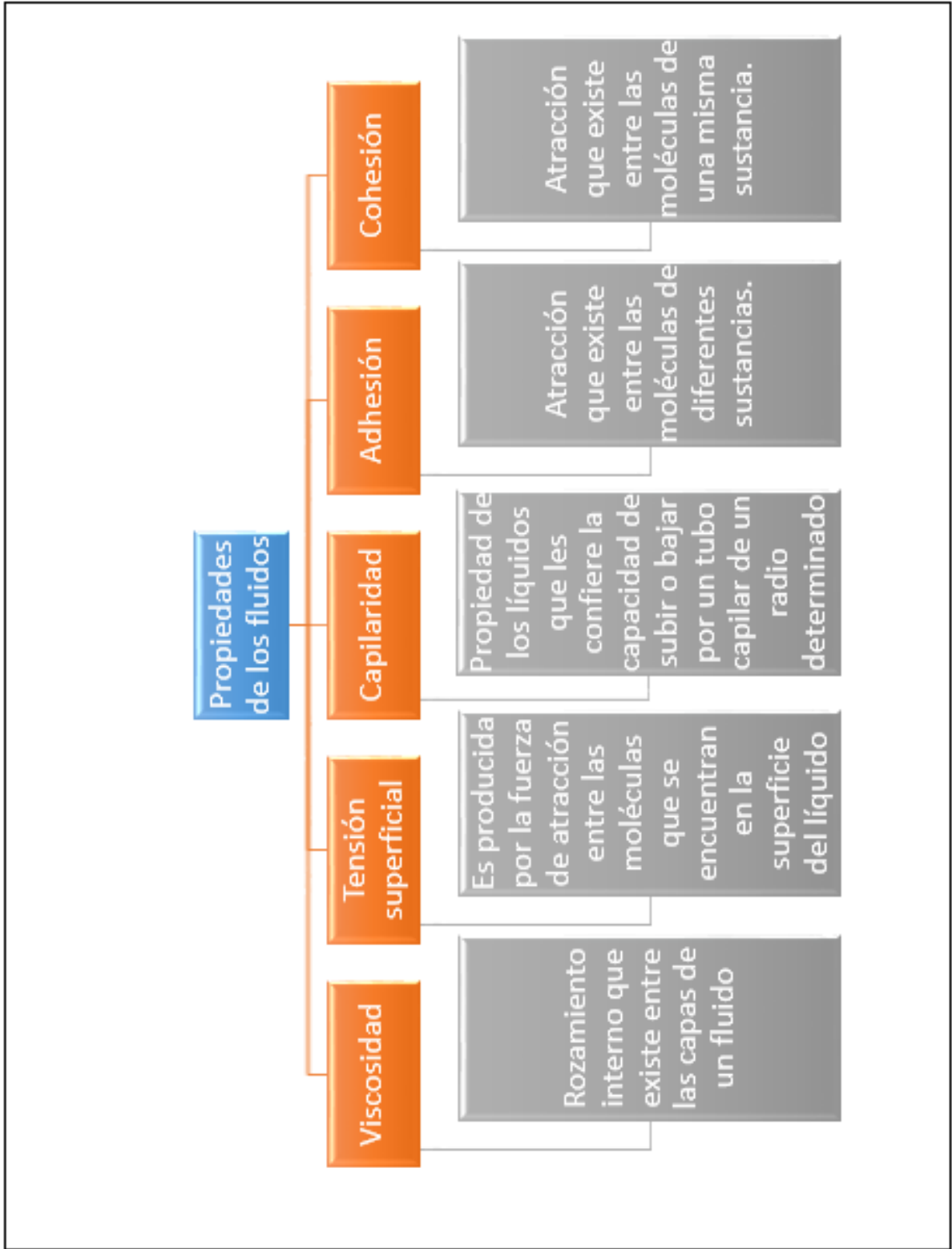
**Y por último en esta etapa... Describe con tus palabras lo que quisieras aprender, desarrollar o responder con este tema.**

Me gustaría aprender los conceptos básicos de la física

**INVESTIGACIÓN:**

**En esta etapa de aprendizaje reunirás y consolidarás todos los aprendizajes y procesos necesarios para que puedas proponer una ruta para demostrar la hipótesis que propusiste en tu punto de partida.**

**Indagaras respecto a las características y propiedades de los fluidos y respecto al principio de vasos comunicantes. El producto que entregarás será un mapa conceptual donde caracterices a los fluidos y lo acompañarás de una serie de experimentos, que tú elegirás, en donde explicarás y medirás las diferentes propiedades asociadas a ellos.**





### DESARROLLO DE LA HABILIDAD

En esta etapa llevarás a la práctica lo adquirido en la etapa de investigación y para ello desarrollarás lo siguiente:

1. Elabora una lista de diferentes fluidos (cotidianos), los cuales compararás y clasificarás en tablas para las diferentes propiedades que puedas medir en ellos, por ejemplo: densidad, peso específico, viscosidad,... (Tú eliges los criterios de clasificación)

Fluido	Densidad	Peso Específico	Viscosidad	Tensión superficial
Agua	1,0	9.800	0,01	72.80
Aceite	0,92	9.015	32	31.30
Alcohol	0,81	7.940	0,012	17
Gasolina	0,7	6.660	0,006	22.18
Glicerina	1,26	12.350	14,9	65

2. Experimentos:

#### Experimento 1:

Comparación de densidad de líquidos

Elementos:

- 1 recipiente de capacidad de 1 litro (1000 cm<sup>3</sup>)
- Agua

- Aceite de cocina
- Alcohol
- Gasolina
- Glicerina

**Procedimiento:**

En un recipiente con capacidad de un litro, mide 1 litro de cada uno de los diferentes líquidos y anota en una tabla el peso de cada uno de ellos, descontando el peso del recipiente y clasifica de mayor a menor.

**Ejemplos:**

- \* Agua:  $D = \text{Masa} / \text{volumen} = 1000 \text{ gr} / 1000 \text{ cm}^3 = 1 \text{ gr} / \text{cm}^3$
- \* Aceite:  $D = \text{Masa} / \text{volumen} = 920 \text{ gr} / 1000 \text{ cm}^3 = 0,92 \text{ gr} / \text{cm}^3$
- \* Alcohol:  $D = \text{Masa} / \text{volumen} = 810 \text{ gr} / 1000 \text{ cm}^3 = 0,81 \text{ gr} / \text{cm}^3$
- \* Gasolina:  $D = \text{Masa} / \text{volumen} = 700 \text{ gr} / 1000 \text{ cm}^3 = 0,7 \text{ gr} / \text{cm}^3$
- \* Aceite:  $D = \text{Masa} / \text{volumen} = 1260 \text{ gr} / 1000 \text{ cm}^3 = 1,26 \text{ gr} / \text{cm}^3$

**Experimento 2:**

Comparación de densidad y peso específico de dos líquidos que no se mezclan

Elementos:

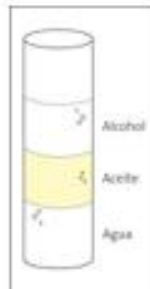
- Recipientes de vidrio
- Líquidos

Procedimiento:

Agregue 2 líquidos no miscibles (que no se mezclen) en el recipiente de vidrio, uno después del otro, teniendo cuidado de no mezclarlos.

Resultado:

El líquido que quede en la parte superior tendrá menor peso específico y por lo tanto, menor densidad y viceversa.



**Experimento 3:**

Medida de la viscosidad de un líquido.

**Elementos:**

- Rampa o pendiente de muy bajo desnivel
- Líquidos
- Cronómetro

**Procedimiento:**

Echar a rodar los diferentes líquidos por la misma pendiente y comprobar el tiempo que demora en llegar al final de la pendiente.

**Resultados:**

Entre mayor sea el tiempo que requiere el líquido para bajar, mayor será su viscosidad.

**RELACION**

**Ahora que estás más familiarizado con los fluidos, vuelve a la situación inicial del punto de partida y analiza si la hipótesis allí planteada fue correcta, para mostrarlo construye una demostración experimental y acompáñalo de una explicación donde hagas referencia a los elementos teóricos construidos en tu etapa de investigación.**

El problema de las cafeteras tiene que ver con el volumen o la capacidad de cada una de ellas (cantidad de líquido que pueden contener)

**Análisis:**

Ambas cafeteras tienen el mismo ancho pero diferente altura

El volumen o capacidad de un recipiente depende del área de la base (ancho) y la altura del recipiente

$$V = \text{Área Base} \times \text{Altura}$$

**Hipótesis:**

1. Si se tienen 2 recipientes de la misma forma y ancho, su capacidad depende exclusivamente de su altura
2. Si llenamos cada cafetera de canicas, cabrán más canicas en la cafetera de mayor altura ya que ésta posee mayor capacidad

**Conclusiones:**

1. En la cafetera más alta cabrá más agua porque posee mayor capacidad.
2. La cafetera de mayor altura podrá contener un mayor nivel de agua.
3. Si hay la misma cantidad de agua en ambas cafeteras, el nivel o altura del agua en las dos es la misma.

**Explicación:**

Mediante este procedimiento, se quiere demostrar que para recipientes similares (mismo ancho), la capacidad o cantidad de líquido que se puede contener en un recipiente depende de la altura de dicho recipiente.

### Bibliografía

- ATTP (2008). Tablas de densidad y peso específico. Recuperado de:  
<http://www.atpplleal.com/Pujat/file/DENSIDAD%20Y%20PESO%20ESPECIFICO.pdf>
- CBTA2. (s.f). Conceptos fundamentales, propiedades y características de los fluidos. Recuperado de: <http://www.cbtafisica.net/Propiedades/propiedades.pdf>

**Trabajo presentado por el estudiante Sebastián Parra**

INTRODUCCIÓN A LA MECÁNICA DE FLUIDOS

PRESENTADO POR SEBASTIÁN PARRA TORRES

PRESENTADO A: ERICK DÍAZ

COLEGIO FONTÁN CAPITAL

ÁREA: MATEMÁTICAS

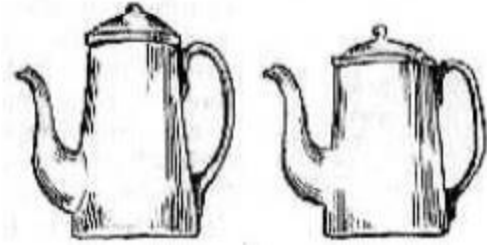
GRADO 10°

IBAGUÉ – TOLIMA

06/2017

## PUNTO DE LLEGADA Y PARTIDA

El Problema de las Dos Cafeteras En la fig. 51 se muestran dos cafeteras de igual anchura: una de ellas más alta, y otra más baja. ¿Cuál de las dos tiene mayor capacidad? Ilustración 1 Fig. 51.



R//la capacidad seria la misma por que dependen de la salida del agua ese si esta al mismo nivel

¿En cuál de estas cafeteras se puede echar más agua?

En ninguna.

¿Al llenarlas de agua cuál alcanzará el mayor nivel?

No porque antes de que eso suceda se está saliendo por la boquilla del lado.

¿De qué crees que dependa ese nivel?

De la altura de la boquilla de donde sale el agua de las cafeteras

– plantea tu hipótesis Si en vez de líquido, pusieras en ellas canicas, ¿la cantidad de canicas sería la misma en ambas?

Con las canicas sería diferente porque en este caso es probable que las canicas no salgan por la boquilla, entonces tendría más capacidad la cafetera alta.

Y por último en esta etapa... Describe con tus palabras lo que quisieras aprender, desarrollar o responder con este tema.

Aprender cosas interesantes sobre la mecánica de fluidos y su aplicación en la industria.

## ETAPA DE INVESTIGACIÓN



En esta etapa de aprendizaje reunirás y consolidarás todos los aprendizajes y procesos necesarios para que puedas proponer una ruta para demostrar la hipótesis que propusiste en tu punto de partida.

Indagaras respecto a las características y propiedades de los fluidos y respecto al principio de vasos comunicantes. El producto que entregarás será un mapa conceptual donde caracterices a los fluidos y lo, acompañarás de una serie de experimentos, que tú elegirás, en donde explicarás y medirás las diferentes propiedades asociadas a ellos.

La hidráulica y los Fluidos

La hidráulica se encarga del estudio de las características de los líquidos y su comportamiento y también sus aplicaciones.

La hidráulica se divide en dos ramas:

La hidrostática y la hidrodinámica

La hidrostática estudia los líquidos en un estado de reposo.

La hidrodinámica estudia los líquidos en movimiento.

Los fluidos son sustancias que están en estado líquido o gaseoso.

Estos fluidos tienen la capacidad de escurrir o fluir, se adaptan a cualquier recipiente sólido

Fluido: es un material continuo, deformable, desprovisto de rigidez, capaz de “fluir”, es decir sufrir grandes variaciones de fuerzas bajo la acción de fuerzas.

Las propiedades de los fluidos dependen de la presión y la temperatura.

Los líquidos son llamados fluidos incomprensibles ya que la presión no surte mucho efecto en ellos no variando su densidad.

Densidad: La densidad de una sustancia es su masa por unidad de volumen, es decir la cantidad de masa contenida en un volumen. La unidad de medida en SI es el  $\text{Kg} \cdot \text{m}^3$  y se representa con la letra  $\rho$ , la temperatura tiene gran incidencia en ella.

Presión: es una magnitud escalar, se usa para medir una fuerza que se aplica a una superficie en dirección perpendicular. La unidad usada para medirla es el Pascal  $Pa$  un  $Pa$  equivale a un  $\text{Newton}/\text{m}^2$ .

Como el Pascal es una unidad muy pequeña también se usa el *bar*, *kPa*, *m.c.a*, *mH<sub>2</sub>O*, etc.

Unidad	kPa	kg/cm <sup>2</sup>	mm Hg	m H <sub>2</sub> O	bar
1 kPa	1	0,0101972	7,5006278	0,1019745	0,01
1 kg/cm <sup>2</sup>	98,0665	1	735,560217	10,00028	0,980665
1 mm Hg	0,1333222	$1,3595 \cdot 10^{-3}$	1	0,0135955	$1,3332 \cdot 10^{-3}$
1 m H <sub>2</sub> O	9,8063754	0,999997	73,5539622	1	0,0980638
1 bar	100	1,0197162	750,062679	10,1974477	1

Figura 2.1 Relación de unidades para la presión

Presión atmosférica: es la presión que ejerce la atmosfera sobre cualquier fluido que está abierta a ella, debido al peso del aire que esta sobre el fluido.

La presión atmosférica varía con la temperatura y la altitud.

La presión media al nivel del mar y a cero grados centígrados es de 1.01396.

La presión en cualquier sistema puede descomponerse como la suma de la presión atmosférica más la presión relativa:

$$p_{abs} = p_{rel} + p_{amb}$$

## PRINCIPIO DE VASOS COMUNICANTES

La presión aplicada en un punto de un líquido contenido en un recipiente se transmite con el mismo valor a cada una de las partes del mismo.

En la prensa hidráulica se puede apreciar este fenómeno, esta consiste en dos cilindros de diferente sección comunicados entre sí, y cuyo interior está lleno de agua o aceite, dos émbolos, uno en cada sección, cuando se ejerce una fuerza sobre el embolo pequeño la

presión se transmite a todo el resto del líquido de manera instantánea. Si la sección grande es 20 veces mayor que la pequeña, se ve multiplicada por veinte su fuerza en el embolo grande.

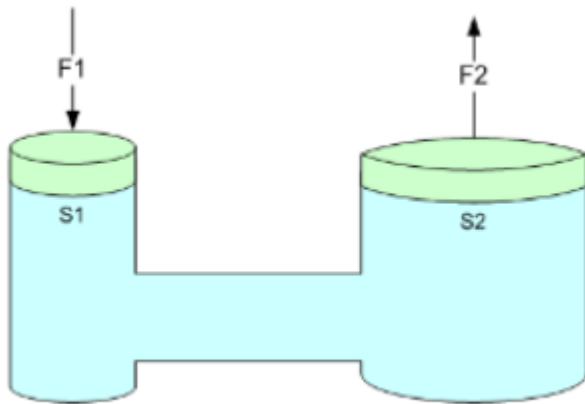
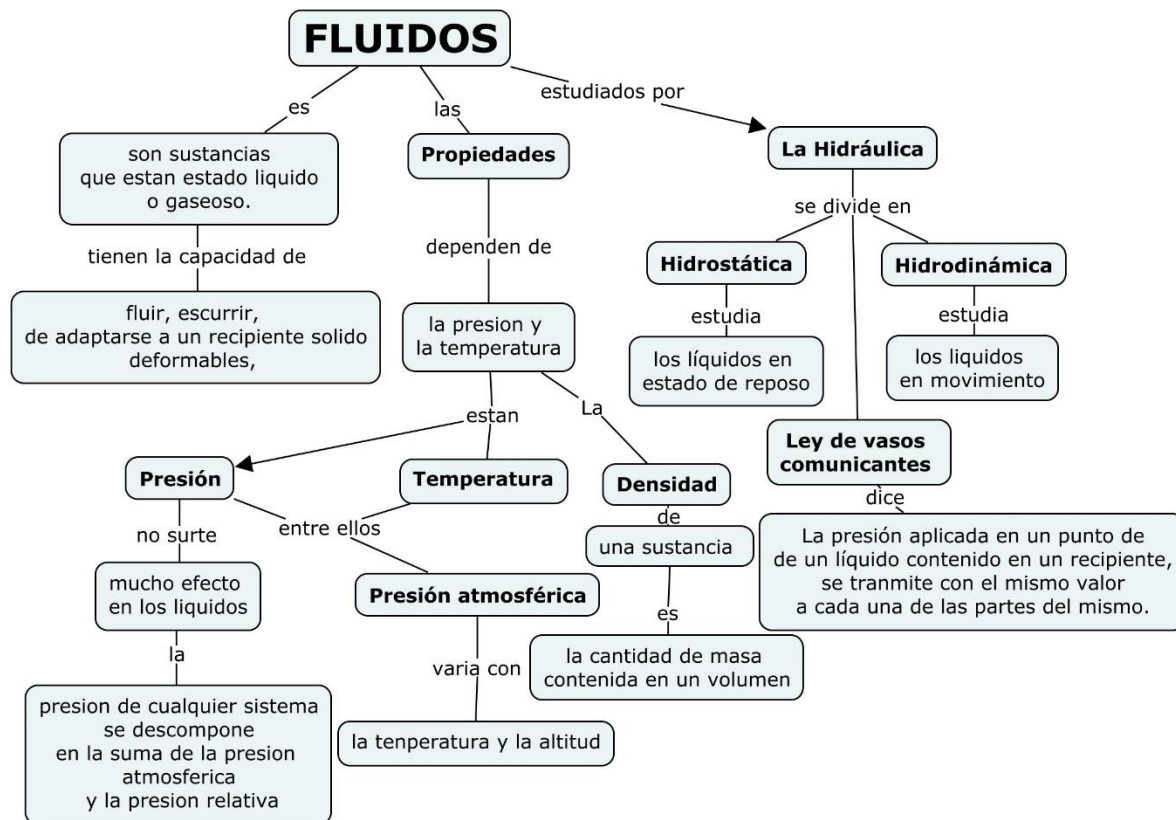


Figura 2.3 - Principio de Pascal (3)



### Experimentos

De experimentos realicé dos, uno sobre la densidad de fluidos y otro sobre el líquido no newtoniano.

### 1. Experimento de densidad de fluidos.

Se utilizó aceite, agua, miel, jabón, silicona líquida. El efecto más visible es el del aceite el cual se sobrepone a los otros debido a su baja densidad, esto mismo ocurre en desastres naturales en los cuales es derramado petróleo sobre el mar y este se ve en la superficie debido a una menor densidad que el agua.







## 2. Líquido no newtoniano

Este fluido es bastante viscoso, se elaboró con un poco de maicena y agua hasta obtener un líquido viscoso, resulta que si introduces un objeto lentamente se puede atravesar sin problema, pero si se hace a gran velocidad el líquido se resiste con bastante fuerza como si fuera un sólido.





## ETAPA DE DESARROLLO DE HABILIDAD

En esta etapa llevarás a la práctica lo adquirido en la etapa de investigación y para ello desarrollarás lo siguiente:

1. Elabora una lista de diferentes fluidos (cotidianos), los cuales compararás y clasificarás en tablas para las diferentes propiedades que puedas medir en ellos, por ejemplo: densidad, peso específico, viscosidad,... (Tú eliges los criterios de clasificación).

Clasificación de los fluidos de acuerdo a su comportamiento viscoso:

- Fluidos perfectos o superfluidos
- Fluidos newtonianos
- Fluidos no newtonianos

Clasificación respecto a su densidad

- Líquido
- Vapor
- Gas

Incluso el plasma puede llegar a modelarse como un fluido, aunque este contenga cargas eléctricas.

En casa se puede ver muchos tipos de fluidos:

- En el patio se puede formar barro, el cual es considerado un fluido pseudoplástico, se comporta como plástico al aplicarle un esfuerzo cortante.
- También hay pseudoplásticos con viscosidad aparente, pero en las cuales se reduce con el gradiente del esfuerzo constante, entre esos líquidos en casa está la leche, la arcilla, la gelatina, la sangre.
- También hay fluidos dilatantes con viscosidad que incrementa con el gradiente de esfuerzo cortante como el agua azucarada como los jugos, suspensiones de arroz, maíz etc.
- En casa también hay fluidos viscoelásticos como el betún, masa panadera, nailon y plastilina.
- También hay fluidos de viscosidad que depende del tiempo de esfuerzo aplicado sobre ellos, se les llama tixotrópico, entre ellos está la miel, la salsa de tomate, pinturas etc.

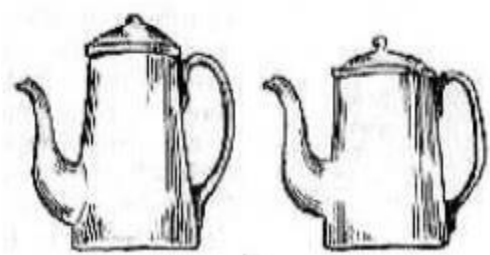
2. El producto a entregar será un informe de este ejercicio y los videos de los experimentos que realizaste.

## RESUMEN

Para comprender como se comportan los fluidos se procedió a consultar sus propiedades y realizar experimentación para comprobar una hipótesis hecha inicialmente y para demostrar por medio de estos experimentos las propiedades de los fluidos.

El primer problema al que me enfrente es el siguiente

Se muestran dos cafeteras de igual anchura: una de ellas más alta, y otra más baja. ¿Cuál de las dos tiene mayor capacidad?



Contesté las preguntas según mi parecer y al comprobar se sabrá si acerté o no.



Se realizaron dos experimentos, el primero es un fluido no newtoniano y el segundo es para mostrar las diferencias de densidades de unos fluidos a otros.

## INTRODUCCIÓN

En este documento se estudia la mecánica de fluidos la cual estudia los fluidos y sus propiedades, esta mecánica de fluidos se divide en dos hidrostática e hidrodinámica. Se realizan experimentos y se muestran las conclusiones y la explicación científica.

## MÉTODO EXPERIMENTAL

### 1. COMPROBACION DE HIPÓTESIS

Se procedió a llevar el experimento a la realidad y comprobar si tenía razón de que el nivel del agua dependía de la boquilla de la jarra.

Y de que si se cambia el agua por canicas, es distinto porque las canicas no fluyen ni se adaptan al recipiente.



El enlace del video a continuacion:

<https://drive.google.com/file/d/0B7KzXvXWRi4IYzRyTExQTDRhcm8/view?usp=sharing>

### 2. EXPERIMENTO DE DENSIDAD DE FLUIDOS.

Se utilizó aceite, agua, miel, jabón, silicona líquida.

El efecto más visible es el del aceite el cual se sobrepone a los otros debido a su baja densidad, esto mismo ocurre en desastres naturales en los cuales es derramado petróleo sobre el mar y este se ve en la superficie debido a una menor densidad que el agua.



### 3. Líquido no newtoniano

Este fluido es bastante viscoso, se elaboró con un poco de maicena y agua hasta obtener un líquido viscoso, resulta que si introduces un objeto lentamente se puede atravesar sin problema, pero si se hace a gran velocidad el líquido se resiste con bastante fuerza como si fuera un sólido.

El video a continuación:

<https://drive.google.com/open?id=0B7KzXvXWRi4IQ3JKTDcyVHAzMmM>

## ETAPA DE RELACIÓN

Ahora que estás más familiarizado con los fluidos, vuelve a la situación inicial del punto de partida y analiza si la hipótesis allí planteada fue correcta, para mostrarlo construye una demostración experimental y acompáñalo de una explicación donde hagas referencia a los elementos teóricos construidos en tu etapa de investigación.

Hipótesis inicial: Con las canicas sería diferente porque en este caso es probable que las canicas no salgan por la boquilla, entonces tendría más capacidad la cafetera alta.

Y por último en esta etapa... Describe con tus palabras lo que quisieras aprender, desarrollar o responder con este tema.

Aprender cosas interesantes sobre la mecánica de fluidos y su aplicación en la industria.

## WEBGRAFÍA

Propiedades de los fluidos, tomado de:

<http://www.cbtafisica.net/Propiedades/propiedades.pdf>

<http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/5091/fichero/2++PROPIEDADES+F%C3%8DSICAS+DE+LOS+FLUIDOS.pdf>

<https://drive.google.com/open?id=0BxhwEyAf9XFgTUw4b2wtTDhHSDQ>

Pautas y sugerencias para la redacción de informes, tomado de URL:  
<https://www.fisicarecreativa.com/informes/Informes-modelo0.pdf>

Sobre hipótesis, tomado de URL:  
[http://newton.cnice.mec.es/materiales\\_didacticos/hipotesis/hipotesis.html](http://newton.cnice.mec.es/materiales_didacticos/hipotesis/hipotesis.html)