

# Uso de Whatsapp en el Sistema 4MAT para aprendizaje de física en estudiantes de secundaria

EDVCAIO PHVSICORVM



ISSN 1870-9095

Elkin Barreiro Rocha<sup>1</sup>, Mario Humberto Ramírez Díaz<sup>2</sup>, Fabiola Escobar Moreno<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Colegio Claretiano.

<sup>2</sup>Instituto Politécnico Nacional, CICATA Unidad Legaria, Calzada Legaria 694, Ciudad de México.

E-mail: elbaro-26@hotmail.com

(Recibido el 10 de julio de 2021, aceptado el 11 de agosto de 2021)

## Resumen

El uso de herramientas tecnológicas para el aprendizaje de la física ya es habitual en los diferentes niveles educativos y temas. Sin embargo, este uso no siempre está ligado a una metodología particular de aprendizaje de la física, por lo que no necesariamente se puede aprovechar el potencial que estas herramientas tienen. Una metodología que ha sido probada con éxito en el aprendizaje de la física en los últimos años es el Sistema 4MAT, el cual usa los estilos de aprendizaje de forma que se pueda desarrollar el potencial de estudiantes de los 4 estilos de aprendizaje que se proponen. De las investigaciones reportadas sobre el Sistema 4MAT, no se hace un uso extensivo de herramientas tecnológicas, sino solo en algunos pasos propuestos por algunos autores. En este trabajo, se muestran los resultados de proponer ciclos de aprendizaje basados en el Sistema 4MAT para el aprendizaje del Teorema de Bernoulli en estudiantes de bachillerato en Colombia, incorporando el uso de redes sociales, en particular WhatsApp de forma que los estudiantes puedan compartir sus dudas y actividades realizadas.

**Palabras clave:** Redes sociales, Estilos de Aprendizaje, Estudio de Caso, Teorema de Bernoulli.

## Abstract

The use of technological tools for learning physics is already common at different educational levels and subjects. However, this use is not always linked to a particular physics learning methodology, so it is not necessarily possible to take advantage of the potential that these tools have. A methodology that has been proven with success in the learning of physics in recent years is the 4MAT System, which uses the learning styles in such a way that the potential of students of the 4 learning styles that are proposed can be developed. From the investigations reported on the 4MAT System, there is no extensive use of technological tools, but only in some steps proposed by some authors. In this work, the results of proposing learning cycles based on the 4MAT System for learning the Bernoulli Theorem in high school students in Colombia are shown, incorporating the use of social networks, in particular WhatsApp so that students can share their doubts and activities carried out.

**Keywords:** Social Network, Learning Styles, Case Study, Bernoulli Theorem.

## I. INTRODUCCIÓN

Muchos estudiantes son curiosos viendo en las vías públicas cómo se forman los remolinos o cómo en los asaderos de carne tienen una determinada chimenea en la cual el humo toma una dirección según la corriente de aire, lo cual es explicado por el Teorema de Bernoulli. En el currículo de los colegios colombianos para grado decimo, donde se debería explicar la definición de presión, y los principios de mecánica de fluidos, se deja el concepto de presión a cargo de la explicación de las leyes de los gases [1]. Esta investigación se orienta a estudiar el diseño, implementación y evaluación de una secuencia didáctica a través del Sistema 4MAT de estilos de aprendizaje de McCarthy [2] para construir el concepto de presión hasta el teorema de Bernoulli en

estudiantes del grado decimo de secundaria (Bachillerato), en un del Sur de Colombia y medir su impacto en la motivación para el aprendizaje de temas de física, incluyendo el uso de elementos de WhatsApp como facilitador de foro educativo [3].

Los análisis en el aula pueden darse para dinamizar los procesos cognitivos, el docente en física cuenta con un gran laboratorio a su alcance, son observadores de primera mano de lo que sucede en clase [4], sacar experiencias significativas por cada encuentro con sus estudiantes, poder compartirlas con colegas de distintas disciplinas, hace los ámbitos de la enseñanza de las ciencias esté a la vanguardia de la educación

A continuación, se presentan en la tabla I algunos trabajos de investigación en la enseñanza del teorema de Bernoulli o las relacionadas con la mecánica de fluidos.

**TABLA I.** Resumen de investigaciones relevantes en la enseñanza del teorema de Bernoulli.

Autor (es)	Nivel educativo/ Carrera/ Tópico	Metodología	Resultados
Maturano (2005)	Octavo año de Secundaria/ Mecánica de Fluidos	Tiene su campo de estudio en las dificultades en el aprendizaje conceptual y procedimental sobre presión y aplicaciones con la fuerza de empuje (equilibrio). Este trabajo permite evidencia el enfoque de actividades sobre las reflexiones individuales, grupales, además del uso de lecturas y libros que favorezcan un mejor aprendizaje	En su análisis se restringen a buscar soluciones a estos problemas de aprendizaje al momento de diferenciar los conceptos de presión, peso y la fuerza de empuje.
Ramirez (2010)	Pregrado/Caracterización de estilos de Aprendizaje	Al principio se realiza un test para ubicar a los estudiantes en los cuadrantes. Aunque desde el 2004 por parte de este mismo autor, ya hay propuestas del uso adecuado del sistema 4MAT, permite reconocer la utilización de actividades.	El uso compartido de este modelo ha permitido alcances significativos, tal fue el proceso llevado a cabo con docentes a nivel de bachillerato de la Universidad Autónoma de Hidalgo que al incluir el sistema 4MAT alcanzaron una enseñanza innovadora con sus estudiantes
Barbosa, 2011	Postgrado/ Ingeniería/Mecánica de Fluidos.	Esta propuesta de grado doctoral es la más completa, ya que contiene estudios previos de lo que es la enseñanza y aprendizaje de la Ley de Presión Hidrodinámica de Bernoulli. Permite revisar los enfoques activos versus el tradicional, y debido a toda la planeación existente en este trabajo, al final hay análisis cuantitativo sobre la metodología aplicada	Se midió con la ganancia normalizada de Hake y usando la técnica del Pre test/ Pos test en tres grupos experimentales y uno testigo para comparar.  Aunque la ganancia alcanzada con la metodología activa supera por mucho a la metodología tradicional de enseñanza no se infiere tan efectiva ya que la desviación de esa ganancia deja entrever un error entre el 30 y el 40 %.
Mosquera Hurtado (2011)	Decimo grado de secundaria/Mecánica de Fluidos	Esta tesis de maestría en enseñanza de las ciencias. Permite evidenciar el enfoque constructivista con estudiantes de grado decimo, y es una construcción del concepto de presión y la mecánica de fluidos presentes en el ser humano	Al final se realiza una prueba donde los estudiantes describen de forma conceptual lo aprendido en el desarrollo de esta tesis de tipo constructivista. Hace la reflexión del uso de espacios didácticos para mejorar los ambientes de aprendizaje.
Garibay (2013)	Sexto Semestre de ingeniería	Es una tesis de maestría, buscando explicar cómo funciona el uso de WhatsApp en los foros virtuales con fines educativos a través del atlas.ti	El análisis de los resultados de los foros se codifican y categorizan según el atlas.ti, analizándose la naturaleza de la intervención y su opinión según las dimensiones del aprendizaje virtual.
Cortes (2014)	Decimo grado de secundaria/Mecánica de Fluidos	Es una tesis de pregrado de la universidad de Antioquia (Colombia). Permite comprender el diseño de actividades de tipo conceptual y aplicadas al simulador PHET	Al final se realiza una evaluación de tipo cualitativa sobre su alcance en estudiantes de grado decimo de secundaria donde los estudiantes dan sus opiniones sobre cada pregunta de la prueba aplicada.
Manterola (2015)	Pregrado/ Mecánica de Fluidos	Es una analogía provocativa como estrategia pedagógica: el caso histórico de la mecánica de fluidos es una investigación que permite identificar la elaboración de los conceptos de la mecánica	No fue aplicada, solo es una analogía para la construcción de conceptos de mecánica de fluidos desde el punto histórico de la física.

Del interés en este tema tan relevante para entender el comportamiento de los fluidos, se formula la siguiente pregunta de investigación: ¿Cuál es el impacto de diseñar e implementar una secuencia didáctica usando las TAC a través del modelo McCarthy para la enseñanza del Teorema de Bernoulli para estudiantes de grado decimo de secundaria como un estudio de caso implementado el uso de WhatsApp como herramienta educativa en foros educativos?

El presente trabajo sobre la enseñanza del teorema de Bernoulli tiene como objetivo fundamental el uso del sistema 4MAT en estudiantes de grado décimo de secundaria, aplicando herramientas de las TAC (Tecnologías del aprendizaje y el conocimiento), donde se le da una mirada distinta con fines educativos. Debido a que existen aplicaciones gratuitas, como el WhatsApp, se presenta el inconveniente que muchos jóvenes tienen problemas de dependencia y adicción, el papel fundamental del maestro está en buscar estrategias para potencializar este medio de comunicación en las clases [5], además de tenerlo como elemento para favorecer los foros e interacciones

comunicativas en las clases, desarrollando habilidades de escritura, la redacción de textos y la escritura colaborativa [6]. Esta investigación toma como estudio de caso el décimo grado de secundaria en Colombia, en las siguientes secciones se hace la caracterización de este caso, la descripción de los instrumentos de medición utilizados y el análisis derivado de estos.

## II. METODOLOGÍA

La investigación tiene como objetivo describir el alcance cualitativo como estudio de caso en los estudiantes de grado decimo aplicando el modelo McCarthy. Para encontrarlo, se diseña una secuencia didáctica sobre la temática del Teorema de Bernoulli, donde se espera medir a través de una rúbrica de evaluación su comprensión y con el uso del atlas.ti ©analizar las respuestas de un foro con fines educativos usando WhatsApp.

### A. Selección del modelo pedagógico y la temática

Esta fase inicial consiste en identificar el tema para diseñar la secuencia didáctica y estructurarla según el modelo 4 MAT. En este caso se partió de la necesidad de investigar sobre la enseñanza del Principio de Bernoulli en grado decimo de secundaria, incluyendo elementos de las TACS. Las fases consideradas en para el desarrollo de esta secuencia:

#### A.1 Modelo McCarthy

Esta metodología es muy rigurosa [7], al adaptarla en esta investigación se busca explicar las causas y consecuencia de cómo aplicar el Sistema 4MAT para favorecer el aprendizaje, existen trabajos sobre la enseñanza del teorema de Bernoulli y lo que se busca a través de este modelo de aprendizaje es generar una mejor manera de comprensión. Al profundizar las formas como un estudiante recibe información y la clasifica según su manera de comprenderla por el docente [8], hace que este enfoque cualitativo sea un estudio de caso [7] ampliando sus percepciones y analizando las nuevas maneras de entender en el aula. Por ello, lo significativo de la teoría de los estilos es que ésta se plantea como un recurso para conocer al estudiante y saber cómo aprende. Por lo tanto, resulta de vital importancia que los profesores conozcan las estrategias de aprendizaje que utilizan sus alumnos para guiar el proceso de aprendizaje, porque el sistema 4MAT influye en el aprendizaje conceptual, procedimental y actitudinal de la Física [9].

El Sistema 4MAT es el resultado de la superposición de las descripciones de los estilos de aprendizaje del modelo de Kolb [10]. Según Kolb el estudiante aprende como desea seguir la instrucción:

1. Por medio de la experiencia concreta.
2. De la observación reflexiva.
3. Conceptualización abstracta.
4. Experimentación activa.

Cada individuo no tiene un estilo propio, sino una combinación de estilos, donde se puede presentar preponderancia un estilo de aprendizaje sobre los otros.

- Estilo 1. Obtienen de la enseñanza un valor personal. Disfrutan las discusiones en pequeños grupos que nutren la conversación.
- Estilo 2. Guardan la verdad. Requieren exactitud y orden. Se sienten cómodos con las reglas y construyen la realidad a partir de éstas. Son exigentes en la forma de expresión; metódicos y precisos.
- Estilo 3. Se lanzan a la acción, pretenden que lo aprendido les sea útil y aplicable. No aceptan que les proporcionen las respuestas antes de explorar todas las posibles soluciones.
- Estilo 4. Descubren las cosas por sí mismos. Tienen una fuerte necesidad de experimentar, libertad en su aprendizaje y tienden a transformar cualquier cosa.

En cuanto al modelo 4MAT, planteado por Bernice McCarthy, éste se basa en los postulados de Kolb y lo que se conocía de la influencia de la especificidad hemisférica del cerebro en la enseñanza, el aprendizaje y el desarrollo humano. Según McCarthy, hay dos grandes diferencias en la forma en que aprendemos, la primera es cómo percibimos y la segunda cómo procesamos [11]. Percibimos la realidad de forma diferente, tomamos las cosas en formas diferentes. En situaciones nuevas algunos de nosotros procesamos primordialmente sintiendo mientras que otros a través de pensamiento. Para McCarthy [12] el papel del maestro es comprender distintos estilos de aprendizaje para poder incluir este sistema de sus propios ciclos de aprendizaje (Figura 1).

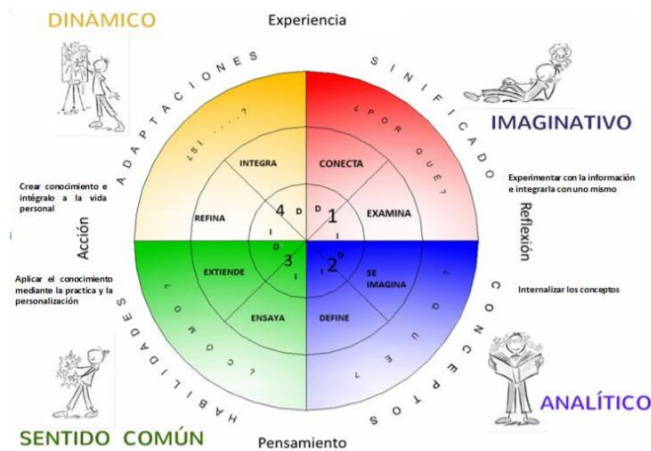


FIGURA 1. Esquema propuesto por McCarthy en 4MAT. Fuente: <http://www.4mationweb.com/4mationweb/4mat.php>.

El modelo tiene como objetivo los estilos de aprendizaje, centrándose en la hemisfericidad cerebral como componente del perfil del estudiante, junto con su estilo de aprendizaje. Este modelo impacta lo que es el rendimiento académico junto a su estilo de aprendizaje, los pasos 1, 3, 6, 8 son para desarrollar el hemisferio derecho, y los pasos 2, 4, 5, 7 el hemisferio izquierdo.

## A.2 Selección del tema

El tema elegido fue el teorema de Bernoulli, debido a que no se le da el rigor en su enseñanza en grado decimo de secundaria. La metodología cualitativa descriptiva, tiene su objetivo en describir los fenómenos que ocurren naturalmente, el tipo de razonamiento será deductivo, planteando interrogantes y describiendo su respuesta de manera individual y colectiva [13]. Las técnicas para aplicar serán: una secuencia didáctica, observaciones, grabaciones de las clases, cuestionarios, socializaciones individuales y colectivas, herramientas como carteles, diapositivas, videos, foros en WhatsApp, materiales que estén en el alcance al estudiante. Un estudio de caso al enfocarse en la metodología descriptiva puede darse en uno o más sujetos, siendo un apoyo en los temas que se consideran nuevos en investigación, limitándolo, organizándolo, teniendo en cuenta: técnicas, análisis de datos, conclusiones [14]. Por ende, el estudio de caso es “una estrategia de investigación dirigida a comprender las dinámicas presentes en contextos singulares” [15].

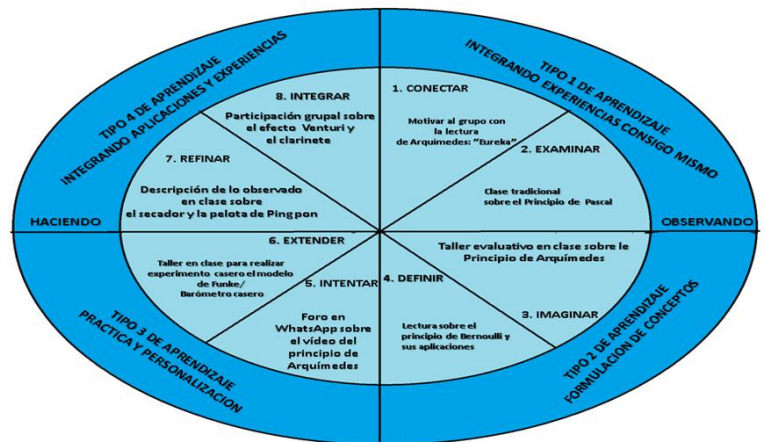


FIGURA 2. Adaptación del Sistema 4 MAT [8].

Para este fin, se ha tenido como apoyo el modelo 4MAT, y su aplicación es en el Colegio Claretiano de Neiva (Colombia), donde al principio se aplicó a los estudiantes un test para caracterizarlos en los 4 estilos de aprendizaje, y luego se diseñó una secuencia didáctica con clases de desarrollo individual y colectivo con estudiantes que tuviesen el mismo estilo de aprendizaje (sistema 4 MAT), buscando construir el principio del Teorema de Bernoulli a velocidad constante.

## III. ANALISIS Y RESULTADOS

### B. Implementación de la secuencia didáctica

El sistema 4MAT tiene sus bases en los estilos de aprendizaje del modelo de Kolb [10], la cual tiene los fundamentos sobre la caracterización según la preferencia de recibir la información por parte del docente. Esta información puede

darse de las siguientes maneras según el estilo de aprendizaje [10]: experiencia concreta, observación reflexiva, conceptualización abstracta y la experimentación activa. McCarthy retoma estos cuadrantes, los vuelve estilos de aprendizaje, permitiendo describir un conjunto de tendencias en la enseñanza y aprendizaje [12]. Las herramientas de las tecnologías aplicadas al conocimiento hacen que las clases sean más dinámicas y los estudiantes sean participes, muestra de ello es usar redes sociales con fines educativos, mediadas bajo la asesoría del docente [15].

En la tabla II se muestra el diseño de la secuencia didáctica basada en el sistema 4MAT, teniendo en cuenta el objetivo de cada sesión, la secuencia el cronograma en que se desarrolla tipo de actividad, la forma de trabajo de los estudiantes. En la tabla III, se explica el proceso de la aplicación de la secuencia didáctica teniendo en cuenta la actividad, su justificación y el concepto que se espera construir.

**TABLA II.** Diseño de la Secuencia Didáctica basada en el Sistema 4MAT a la enseñanza del Teorema de Bernoulli.

Objetivos	Numero de sesiones	Actividad	Individual/Grupal/Equipo	presencial	TAC	Tiempo Estimado	Valor
a) Caracterizar los estudiantes en el Modelo 4MAT.	1	Responder un test para caracterizar los estilos de aprendizaje.	Individual		x	50 minutos	NA
b) Activar conocimientos previos y vincular conceptos nuevos.	1	Lectura de Arquímedes: "Eureka" y realización de un Mapa conceptual	Individual y grupal	x		50 minutos	NA
c) Impartir clase tradicional sobre el principio de Pascal y Arquímedes	2	Realización de ejercicios en clase y entrega de taller.	Individual	x		100 minutos	NA
d) Verificar el desarrollo de operaciones.	1	Evaluar de forma escrita la resolución de ejercicios.	Individual y grupal	x		50 min	NA
e) Vincular los aprendizajes vistos con el Principio de Bernoulli y analizar sus aplicaciones.	3	Lectura sobre el principio de Bernoulli, resolución de ejercicios y análisis de sus aplicaciones.	Individual y grupal	x		150min	NA
f) Promover el uso de redes sociales como ambiente de aprendizaje	1	Observación de un video de la BBC sobre el principio de Pascal, posteriormente se realiza un foro en WatsaApp con mediación del docente.	Individual		x	50 minutos	
g) Realizar experimento en clase y aplicarlo en casa	1	Orientar sobre la realización de los experimentos de Funke Barómetro casero para que hagan sus observaciones en casa y entreguen el respectivo informe.	Individual	x		50 minutos	
h) Promover la clase dinámica en reconocimientos de fenómenos.	1	Encender una secadora y Colocar un pin pong, para describir los conceptos que se presentan.	Individual y grupal	x		50 minutos	
i) Reconocimiento de fenómenos promoviendo el desarrollo de habilidades.	1	Explicación de cómo es el efecto Venturi y el clarinete a partir de la física	grupal	x		50 minutos	
j) Test		Rúbrica	individual				

**B. 1 Clasificación de estilos de aprendizaje**

Teniéndose en cuenta el diseño (Tabla II) y aplicación (Tabla III), esta secuencia didáctica se implementó en el segundo periodo académico (mayo a inicios de agosto del 2019) específicamente las dos últimas semanas de julio e inicios de agosto, en un colegio localizado en Neiva (Huila) a décimo grado de secundaria, integrado por 25 estudiantes cuyas edades oscilan entre los 14 y 16 años. Los estudiantes fueron caracterizados según su respuesta al test del sistema 4 MAT (<http://physics-education.tlamatiliztli.net/4mat.php>) y fueron agrupados por el docente sin que ellos tuviesen conocimiento de su estilo de aprendizaje en la tabla IV.

**TABLA III.** Aplicación de la secuencia didáctica basada en el Sistema 4MAT a la enseñanza del Teorema de Bernoulli.

Actividad	Justificación	Concepto a construir
Test: SISTEMA 4MAT	<a href="http://physics-education.tlamatiliztli.net/4mat.php">http://physics-education.tlamatiliztli.net/4mat.php</a>  En un primer momento se realizó la aplicación de un test donde los estudiantes respondían un test diseñado, para caracterizarlos según el modelo 4MAT, de lo cual se permitió identificar los tipos de aprendizaje.	Estilos de Aprendizaje
Lectura de Eureka	Lectura ¿Eureka!, ¿Eureka? (Cabrera, 2012)  De la lectura realizar un mapa conceptual, enumerar ejemplos de la vida cotidiana que se asocien al tema.	Densidad y principio Arquímedes.
Ejercicios del principio de Pascal y Arquímedes	Problemas y ejercicios (Giancoli, 2.009)  Resolver problemas teóricos y los ejercicios, entregarlos en clase.	Principio de Pascal Arquímedes
Examen de lo trabajado en clase de ejercicios sobre Pascal y Arquímedes	Examen escrito de los ejercicios trabajados en las sesiones anteriores.	Principio de Pascal Arquímedes
Lectura sobre el principio de Bernoulli, resolución de ejercicios y análisis de sus aplicaciones.	Concepto y ejercicios del Principio Bernoulli (Giancoli, 2.009)  Aplicaciones del Teorema de Bernoulli (Experimentos Científicos, 2017)	Principio de Bernoulli y aplicaciones
Observación de un video de la BBC sobre el principio de Pascal, posteriormente se realiza un foro en WatsaApp con mediación del docente.	Video de la BBC sobre el Principio de Pascal (BBC Physics Science, 2016)  Uso de WatsaApp como elemento de foro educativo (Padrón, 2013). Este foro contará como moderador el docente, y se generaran preguntas con sus respectivas respuestas por parte de los estudiantes.	Principio de Pascal  Uso de redes sociales con ambientes de aprendizaje

Realizar experimento en clase sobre el modelo de Funke/ Barometro Casero y aplicarlo en casa.	Barometro Casero <sup>1</sup> Modelo de Funke <sup>2</sup>  Se distribuyen los estudiantes de tal manera que en el primer experimento queden 12 estudiantes y en el segundo queden los 11 restantes. En clase se explica sobre su elaboración, la entrega del informe con evidencias. Se agrupan según los estilos de aprendizaje según el modelo 4MAT para el trabajo en clase.	Barómetro Casero: Principio Torricelli  Modelo de Funke: Aplicación de los fluidos en el análisis de la ventilación pulmonar.
Encender una secadora y Colocar un pin pong, para describir los conceptos que se presentan.	Secadora con ping pong (Mundo M, 2014).  Al encender el secador y dejamos la pelota en la parte central de la corriente de aire, se puede ver que la pelota no cae, sino que gira sobre sí misma. El aire que sale del secador genera una presión, y una fuerza que permite que la bolita quede flotando en el aire.	Aplicación de Principio de Bernoulli: efecto Coanda
Explicación de cómo es el efecto Venturi y el clarinete a partir de la física.	Clarinete y la física (De la Fuente, 2.013)  Respecto al clarinete, inicialmente la presión externa es constante (presión atmosférica) y la interna es menor al estar en reposo, al soplar la presión es mayor, se abre la lengüeta, ahí la presión oscila como una onda, la presión por donde sopla, sube y baja con cierta oscilación (Efecto Venturi) en el interior del tubo. Esto provoca de inmediato una compresión en esa zona y, tras un breve intervalo, el chorro del aire es obligado a salir al exterior. Allí de nuevo se produce el efecto de Venturi que provoca	Efecto Venturi

<sup>1</sup> <https://es.wikihow.com/hacer-un-bar%C3%B3metro-casero>

<sup>2</sup> <https://www.youtube.com/watch?v=6VDaqtgEGEU>

**TABLA IV.** Estilos de aprendizaje según el sistema 4MAT de los estudiantes del décimo grado de secundaria del Colegio Claretiano Privado.

Estudiantes Décimo grado de Secundaria	Estilos de aprendizaje
X <sub>1</sub> , X <sub>2</sub> , X <sub>3</sub> , X <sub>4</sub> .	2-3-1-4 (Grupo 1)
X <sub>5</sub> , X <sub>6</sub> , X <sub>7</sub> , X <sub>8</sub> , X <sub>9</sub> , X <sub>10</sub> , X <sub>11</sub> , X <sub>12</sub> , X <sub>13</sub> , X <sub>14</sub> .	3-4-2-1 (Grupo 2)
X <sub>15</sub> , X <sub>16</sub> , X <sub>17</sub> , X <sub>18</sub> .	1-3-4-2 (Grupo 3)
X <sub>19</sub> , X <sub>20</sub> , X <sub>21</sub> , X <sub>22</sub> .	4-3-2-1 (Grupo 4)
X <sub>23</sub> , X <sub>24</sub> , X <sub>25</sub>	1-2-3-4 (Grupo 5)

## B.2 Evaluación

Para la evaluación del trabajo se llevó a cabo en dos fases, la primera fase se construyó una rúbrica para identificar los alcances de comprensión, siendo este un factor clave para guiar la demanda de un aprendizaje más autónomo que

*Lat. Am. J. Phys. Educ. Vol. 15, No. 3, Sept. 2021*

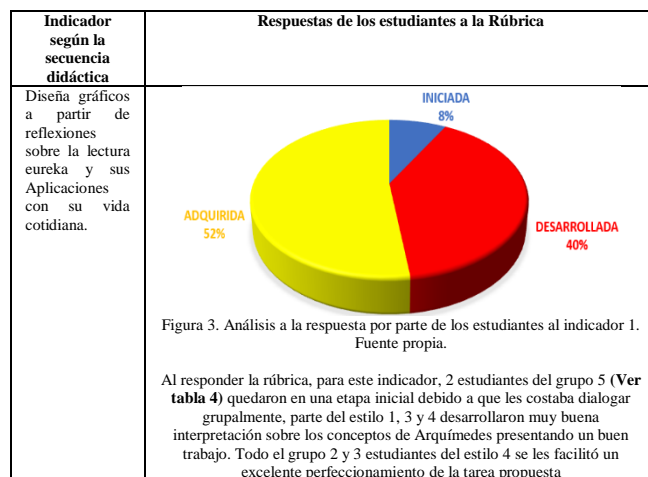
involucra al alumnado en su propio proceso de aprendizaje [16].

La rúbrica está dirigida para estudiantes de décimo grado de secundaria, siendo diligenciada en clase por cada uno de ellos. La meta es evaluar la aplicación de la secuencia didáctica sobre el Principio de Bernoulli según el modelo 4MAT, identificándose el alcance en cada actividad, el diseño de la rúbrica se muestra en la tabla V y su análisis se muestra en la tabla VI.

**TABLA V.** Diseño de la Rubrica a aplicar sobre la enseñanza del Teorema de Bernoulli.

Indicador según la secuencia didáctica	Nivel de adquisición	Nivel de adquisición		
		1. Iniciada	2. En desarrollo	3. Adquirida
Diseña gráficos a partir de reflexiones sobre la lectura eureka y sus Aplicaciones con su vida cotidiana.	Manejo de forma muy superficial los conceptos básicos de densidad y principio de Arquímedes representándolos a través del diseño de gráficos.	Manejo de forma elaborada los conceptos básicos de densidad y principio de Arquímedes representándolos a través del diseño de gráficos.	Manejo de forma clara y precisa los conceptos básicos de densidad y principio de Arquímedes representándolos a través del diseño de gráficos.	Manejo de forma clara y precisa los conceptos básicos de densidad y principio de Arquímedes representándolos a través del diseño de gráficos.
Toma apuntes en su libreta, resuelve problemas y ejercicios sobre el principio de Arquímedes y Pascal del texto guía.	Toma apuntes de manera aislada sin presentar una secuencia en sus ideas sobre la solución de los ejercicios del texto guía.	Toma apuntes uniendo sus ideas, pero con dificultad de coherencia entre estas para resolver los ejercicios del texto guía.	Toma apuntes de manera que se evidencia la coherencia y la cohesión de sus ideas para resolver los ejercicios del texto guía.	Toma apuntes de manera que se evidencia la coherencia y la cohesión de sus ideas para resolver los ejercicios del texto guía.
Establece relaciones entre los conceptos del principio de Bernoulli, resolución de ejercicios y eventos cotidianos	Proporciono relaciones débiles entre el principio de Bernoulli y la resolución de ejercicios.	Genero una relación estrecha entre el principio de Bernoulli y sus eventos cotidianos.	Argumenta las relaciones estrechas entre el principio de Bernoulli, la resolución de ejercicios y sus eventos cotidianos.	Argumenta las relaciones estrechas entre el principio de Bernoulli, la resolución de ejercicios y sus eventos cotidianos.
Comunico mis observaciones de experimentos y demostraciones sobre el modelo de Funke/ Barómetro Casero.	Comunico de manera superficial mis observaciones de experimento y demostraciones.	Comunico con imágenes, gráficas y ecuaciones mis observaciones de experimentos y demostraciones sin hacer relaciones.	Comunico relacionando imágenes, gráficas y ecuaciones mis observaciones de experimentos.	Comunico relacionando imágenes, gráficas y ecuaciones mis observaciones de experimentos.
Participo en clase exponiendo mi percepción sobre el tema del ping pong y la secadora.	Participo medianamente en clase expresando sus ideas.	Participo de manera sobresaliente en clase exponiendo sus percepciones del tema.	Participo de manera crítica en clase, argumentando sus percepciones.	Participo de manera crítica en clase, argumentando sus percepciones.
Organizo información relevante para argumentar la relación entre efecto Venturi y el clarinete.	Argumento de manera superficial la relación entre el efecto Venturi y el clarinete.	Argumento la relación entre el efecto Venturi y el clarinete teniendo en cuenta el campo de la física.	Argumento de forma más estructurada la relación del efecto Venturi y el clarinete teniendo en cuenta los principios de la física.	Argumento de forma más estructurada la relación del efecto Venturi y el clarinete teniendo en cuenta los principios de la física.

**TABLA VI.** Análisis a la respuesta de la Rubrica por parte de los estudiantes de décimo grado secundario.





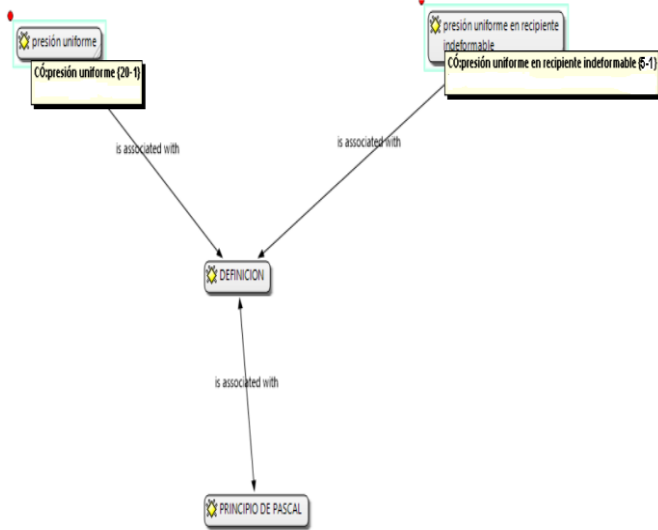
<p>2. Toma apuntes en su libreta, resuelve problemas y ejercicios sobre el principio de Arquímedes y Pascal del texto guía.</p>	<p>Figura 4. Análisis a la respuesta por parte de los estudiantes al indicador 2. Fuente propia.</p> <p>Continuando con el análisis y teniendo en cuenta la <b>tabla 4</b>, en este indicador todos los estudiantes del grupo 4 y 3, además 8 estudiantes del grupo 2 sintieron que hicieron un excelente trabajo adquiriendo la destreza en la comprensión, resolución de ejercicios y problemas del principio de Arquímedes y Pascal. Los demás estudiantes del grupo 1, 5, y el restante del grupo 2, sintieron que desarrollaron un buen trabajo según lo establecido.</p>
<p>3. Establezco relaciones entre los conceptos del principio de Bernoulli, resolución de ejercicios y eventos cotidianos</p>	<p>Figura 5. Análisis a la respuesta por parte de los estudiantes al indicador 3. Fuente propia.</p> <p>En este índice teniendo en cuenta la <b>tabla 4</b>, 19 estudiantes comprendieron y adquirieron el concepto, resolución de problemas y las aplicaciones del Principio de Bernoulli, todos del grupo 4, 3, 2, también un estudiante del grupo 5. 2 estudiantes del grupo 5 y 2 del grupo 1 sintieron que desarrollaron a cabalidad este índice, mientras 2 estudiantes del grupo 1 manifestaron que el concepto y algunos ejercicios lo desarrollaron básicamente.</p>
<p>4. Comunico mis observaciones de experimentos y demostraciones sobre el modelo de Funke/ Barómetro Casero.</p>	<p>Figura 6. Análisis a la respuesta por parte de los estudiantes al indicador 4. Fuente propia.</p> <p>En este índice teniendo en cuenta la <b>tabla 4</b>, solo 1 estudiante del grupo 5 quedó en la etapa iniciada, manifiesta que realizó parte del experimento en clase y por cuestiones familiares no pudo realizar el informe con las respectivas relaciones ni evidencias. 3 estudiantes del grupo 1 y todos del grupo 5 manifestaron su grado de trabajo al presentar el informe solicitado. Para el resto de los estudiantes, estuvieron felices en demostrar no solo las evidencias, sino también ecuaciones que interpretaban y se relacionaban en el informe.</p>

<p>5. Participo en clase exponiendo mi percepción sobre el tema del ping pong y la secadora.</p>	<p>Figura 7. Análisis a la respuesta por parte de los estudiantes al indicador 5. Fuente propia.</p> <p>Para este índice teniendo en cuenta la <b>tabla 4</b>, los primeros que opinaron en conjunto fue el grupo 4 y 3, así mismo, se ve evidenciado en la rúbrica, manifestando el gusto con la clase activa y amena. Para todos los integrantes del grupo 2, 7 estudiantes del grupo 1 y 5 mostraron un buen desarrollo de la la participación en clase y debatir en público. Solo 1 estudiante del grupo 5, manifestó poco gusto en el debate activo grupal, todo esto por problemas de timidez.</p>
<p>6. Organizo información relevante para argumentar la relación entre efecto Venturi y el clarinete.</p>	<p>Figura 8. Análisis a la respuesta por parte de los estudiantes al indicador 6. Fuente propia.</p> <p>Para este último índice de la rúbrica teniendo en cuenta la <b>tabla 4</b>, dos estudiantes del grupo 5 quedaron en etapa iniciada, todo esto porque les cuesta debatir en público. Un estudiante del grupo 5 y todos los integrantes del grupo 3 sintieron mucho gusto en el debate en clase, desarrollando así lo propuesto. Todos los integrantes del grupo 4, 2, 1 en la rúbrica manifestaron su excelente gusto en evidenciar que lo visto en clase con la teoría, ejercicios y conceptos, comprendiendo el funcionamiento el clarinete respecto al efecto Venturi.</p>

### B.3 Evaluación del uso de WhatsApp

Para el análisis del foro realizado a través de WhatsApp se utilizó el software Atlas. Ti, el programa permite trabajar con datos cualitativos, organizar, codificar para tener una mejor observación mostrando sus inferencias con los resultados. Para este análisis se tuvo en cuenta la participación de los estudiantes en el foro según los estilos de aprendizaje del modelo 4MAT, por estilos de aprendizaje (Ver tabla IV), a medida que participaban, se analizaba que sus opiniones tenían mucho en común.

- 1 ¿Cómo describes el principio de Pascal según el vídeo?

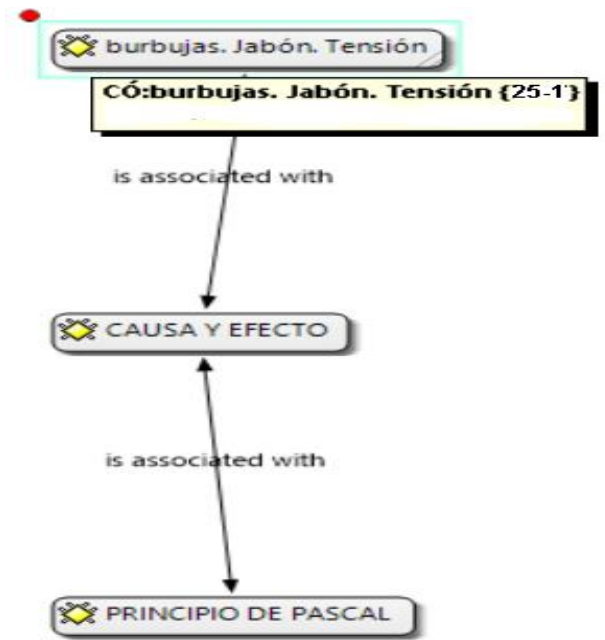


**FIGURA 9.** Análisis a las respuestas de la pregunta 1: ¿Cómo describes el Principio de Pascal según el vídeo? usando el Atlas.ti Fuente propia.

Para la pregunta 1, se usó el Atlas.ti © para analizar las respuestas a la pregunta 1, los primeros que respondieron fueron los estudiantes del estilo 3, hablaban de cálculos en cantidad de agua, y volumen del fluido por unidad de tiempo manteniendo la presión informe, opinaban sobre las ideas que esta temática era muy similar a la vista en la escolaridad primaria y posibles simulaciones que se podían hacer con este tipo de experimentos, para el estilo 1 se colocaban ejemplos de la vida cotidiana, como cuando se está tomando gaseosa y se usa un pitillo, se puede observar cómo fluye la gaseosa a través del pitillo gracias a una presión uniforme, los estudiantes del estilo 2 inferían del tipo de densidad del agua, sobre cómo podía fluir hacia un recipiente y no generar algún tipo de error experimental. Para el estilo 4, lo relacionaron con la práctica de química, donde hicieron la destilación de alcohol y el experimento solía presentar inconvenientes debido a la presión uniforme que hacía que las mangueras se zafaban con facilidad, para ello, solucionaron con otro tipo de mangueras y tomando en cuenta el tipo de fluido.

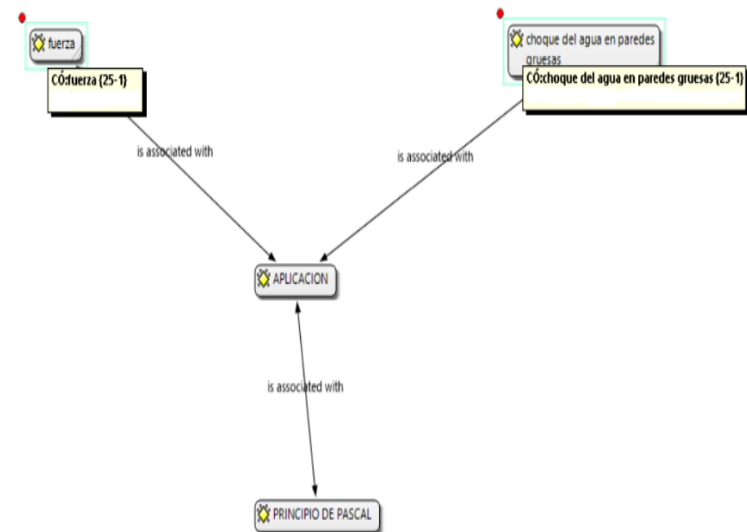
En la pregunta 2, Los primeros que respondieron fueron los de estilo 4, argumentaban que lo habían visto en la parte experimental en química cuando en la destilación de sustancias se analizaba las burbujas que se producían y porque las mangueras se zafaban, ahora sus dudas quedaban claras, porque en este experimento que observaban reducían la tensión superficial, gracias al jabón. Para el estilo 3, buscaron el significado de burbujas, jabón y tipo de jabón al disminuir la tensión superficial para tener una mejor calidad en el experimento visto en el vídeo; el estilo 2 opinaban de igual manera que el estilo 4, y para el estilo uno, apoyaban la idea de los estudiantes del estilo 4, colocaban ejemplos de la reducción de la tensión superficial cuando se usa un buen jabón y se lava las vasijas que se usan luego de comer.

2 ¿En qué instante el experimento no funcionó? ¿A qué se debía? ¿Cómo debieron solucionar?



**FIGURA 10.** Análisis a las respuestas a la pregunta 2: ¿En qué instante el experimento no funcionó? ¿A qué se debía? ¿Cómo debieron solucionar? usando el Atlas.ti ©. Fuente propia.

3 ¿Cómo se diseñan las represas para contener la presión del agua?

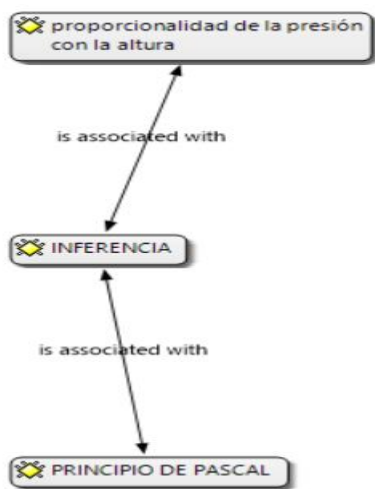


**FIGURA 11.** Análisis a las respuestas a la pregunta 3: ¿Cómo se diseñan las represas para contener la presión del agua? usando el Atlas.ti, Fuente propia.

Para la pregunta 3, los primeros que respondieron fueron los de estilos 1 de aprendizaje, colocando la experiencia de la construcción de las represas del departamento del Huila, sacaban a relucir como fue su construcción con unas enormes paredes que resistieran el desvío del caudal al río donde iba a

quedar la presa, resistieran la fuerza del agua. Para el estilo 2, retomaron la experiencia de los vídeos en años anteriores mostrados en clase sobre las represas en el Huila e hicieron la reflexión de los problemas ecológicos que dejaron su construcción; para el estilo 3 concluyeron del buen uso del recurso hídrico para tener energía constante y su diseño debe ser el más idóneo debido a que muchos de ríos aumentan su cantidad agua en época de invierno; para el estilo 4, recordaban lo que es ir a visitar una represa, ver los muros donde llega una gran cantidad de agua e internamente como se aprovecha la caída de agua para tener en nuestros hogares el producto la energía hidroeléctrica.

4 ¿Qué conclusiones puedes sacar del vídeo referentes a la presión y al principio de Pascal?



**FIGURA 12.** Análisis a las respuestas a la pregunta 5: ¿Qué conclusiones puedes sacar del vídeo referentes a la presión y al principio de Pascal? usando el Atlas.ti ©. Fuente propia.

Referente a la pregunta 5, los estudiantes infirieron: el estilo 1, relacionaron su sitio de vivienda que se ubican en Neiva que está a 442 m.s.n.m y cuando viajan a Bogotá que está a 2625 m.s.n.m. experimentan en un primero momento el taponamiento en sus oídos; para el estilo 2, concluyeron según informes de ONG sobre las represas, que aquí en el departamento del Huila, están mal diseñadas, algunos han visto documentales en NATGEO, y los muros no están bien estructurados para contener en un época intensa de lluvia el aumento extremo del caudal; para el estilo 3 afianzaron las definiciones del principio de Pascal entorno a un área y a una determinada altura; para el estilo 4, retomando la idea de las represas del Huila, proponían de que se pueden construir teniendo unos mejores estudios, cálculos mejores enfocados según el terreno, y a la profundidad a la cual se va a construir.

#### IV. CONCLUSIONES

A lo largo de este trabajo se pudo evidenciar el desarrollo de las actividades propuestas entorno al sistema 4MAT en décimo grado de secundaria. El diseño de las actividades

según la secuencia didáctica, y el análisis de la rúbrica aplicada permitieron evidenciar su buen impacto en esta población. La evaluación del proceso sobre la enseñanza del teorema de Bernoulli arroja resultados muy positivos sobre su enseñanza y profundidad según el cronograma planteado. La rúbrica realizada por los estudiantes, demuestran un alto grado de satisfacción con las actividades propuestas, todos los estudiantes con sus estilos de aprendizaje se sintieron participes en cada una de las sesiones de las clases. El estudio de caso que se muestra en este trabajo, los estudiantes mostraron su agrado al conocer su estilo de aprendizaje, algunos decían: ¿Cómo sabes de mí forma para aprender y trabajar en clase?, al finalizar la aplicación de la rúbrica, se les explicó sobre el fin de esta investigación, exponiendo que se había hecho algo distinto al normal desarrollo de una clase en el colegio. El uso de WhatsApp en las clases como elemento generador de foros educativos, mediado por el docente, permitió ver una alta empatía hacia el uso de las redes sociales para promover la enseñanza de la física, evidenciándose así, participación activa en cada una de las preguntas generadas y respondidas según el estilo de aprendizaje al ser analizadas en Atlas.ti ©.

No obstante, se debió dar más tiempo en la aplicación de la secuencia didáctica, además de un cronograma ajustado según la planeación, existieron actividades extraescolares que hicieron que cada sesión no gozara del tiempo previsto según el cronograma institucional, siendo esto un motivo para dialogar con colegas de distintas asignaturas que obsequiaran un tiempo extra para el desarrollo de lo previsto. En el uso del foro educativo a través de WhatsApp, se le debió llamar la atención a dos estudiantes que en un primer momento salían con apuntes extraordinarios o “memes” respecto a las preguntas a resolver, generando en un primer momento, poca seriedad al trabajo en clase a través de esta herramienta social; a pesar de que se seguía un tiempo en las preguntas planteadas y resueltas en WhatsApp, algunos estudiantes no seguían el orden a responder, generando así, un llamado de atención. Debido a nuestra enseñanza en la metodología tradicional en el colegio, uno de los estilos que tienden a verse más presente es el 2 y el 1, todo esto a que se ha generado la cultura de no participar activamente en clase en debates debido a la ridiculización o que la ciencia se hace de manera silenciosa con las reglas previstas en guías.

El sistema 4MAT evidencia la inclusión de todos los estilos de aprendizaje, haciendo las clases más atractiva en la enseñanza de la física, usando TACS y el uso de WhatsApp que favorecen el crecimiento cognitivo en cada estilo. Por lo anterior, el modelo de McCarthy, sería una gran herramienta de apoyo para cada periodo académico en física, permitiendo la evaluación continua de cada estudiante y su inclusión en todas las clases.

#### REFERENCIAS

[1] Colombia, M. E., *Estándares básicos en competencias en Ciencias Naturales y Ciencias Sociales*, (Series, Guías, Bogotá, 2004).  
[https://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-81033\\_archivo\\_pdf.pdf](https://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-81033_archivo_pdf.pdf)



- [2] McCarthy, B., *Teaching around the 4MAT® cycle: Designing instruction for diverse learners with diverse learning styles*. (Corwin Press, California, 2006).
- [3] Garibay, M. T., *Análisis de foros virtuales con empleo del programa Atlas*, Revista Iberoamericana de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología, 54-65 (2013).
- [4] Rosado, L., *Enseñanza de la física en el nuevo sistema educativo: bases didácticas y nuevos medios tecnológicos en la ESO y el Bachillerato*, UNED **12** (1999).
- [5] Sanz, J., *WhatsApp: potencialidad educativa versus dependencia y adicción*, Revista DIM **30**, 20 (2014).
- [6] Centeno Villamizar, J. A., *Escribir Conecta 2. Narrativas de uso en whatsapp por jóvenes del colegio JEG de Aguazul*, Bogotá: Instituto de Investigación en Educación (2017).
- [7] Chetty, S., *The case study method for research in small and medium sized*, International Small Business Journal, 73-85 (1996).
- [8] Ramírez, M., *Similitudes del sistema 4MAT de estilos de aprendizaje y la metodología de Clases Interactivas Demostrativas en la Enseñanza de la Física*, Revista de Estilos de Aprendizaje, 1-15. (2012).
- [9] Guevara, W., *Aplicación del sistema 4MAT en la optimización del aprendizaje de la física en los estudiantes de ingeniería ambiental de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión*, (Pasco, Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, 2019).
- [10] Kolb, D., *Experience as the source of learning and development*, (Prentice Hall, New Jersey, 1984).
- [11] Viramontes, I., Ramírez, M. y González, G., *Detección y análisis de errores conceptuales en estudiantes de física de nivel universitario utilizando el sistema 4MAT*, Latin-American Journal of Physics Education **1**, 5 (2009).
- [12] McCarthy, B., *The 4MAT System, teaching to learning styles with right/left mode techniques*, Excel, Inc., (1987).
- [13] Seliger, H., *Métodos de investigación en un segundo idioma: lingüística aplicada de Oxford*, (Universidad de Oxford, Oxfordshire, 2013).
- [14] Yin, R., *Applications of Case Study Research, Applied Social Research Methods Series*, (Sage, Newbury Park, C.A, 2011).
- [15] Eisenhardt, K., *Building theories from case study research*, Academy of management review 532-550. (1989).
- [16] Boud, D., *Repensar la evaluación en la educación superior: aprendizaje a largo plazo*, (Routledge, Abingdon, 2007).

ANEXO 1. Plan de Aula Colegial

COLEGIO DE NEIVA

AREA: CIENCIAS NATURALES Y EDUCACION AMBIENTAL

2019 “AÑO DE LA COMUNATERIEDAD”

GRADO: DECIMO

CARTA DE NAVEGACIÓN AREA DE: FISICA

PERIODO: SEGUNDO Fecha de Inicio de periodo: 6 de Mayo Fecha de finalización de periodo: 11 de Agosto

INTENSIDAD HORARIA SEMANAL: 4 HORAS

**LOGRO:** Comprende los principios básicos de trabajo y energía, aplicándolos a distintos contextos de la mecánica de fluidos.

FIRMA DEL ESTUDIANTE: \_\_\_\_\_  
 FIRMA DEL PADRE DE FAMILIA: \_\_\_\_\_

SABER	SABER HACER	SER
<p><b>Unidad 2. Energía y Mecánica de Fluidos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Trabajo, potencia y Energía (semana: 1,2,3)</li> <li>• Teorema del trabajo y la energía semana: 4, 5</li> <li>• Conservación de la energía (semana: 6,7)</li> <li>• Mecánica de Fluidos: Presión. (semana 8)</li> <li>• Principio de Bernoulli (semana 9)</li> <li>• Principio de Venturi (Semana 10)</li> </ul> <p>Semana 1. Mayo 6- 10                      Semana 2. Mayo 13-17                      Semana 3. Mayo 20-24                      Semana 4. Mayo 27-31                      Semana 5. Junio 4-7                      Vacaciones                      Semana 6. Julio 8-13                      Semana 7. Julio 15-19                      Semana 8. Julio 22-26                      Semana 9. Julio 29-3 de Agosto                      Semana 10. Agosto 5-10</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Interpreta el concepto de trabajo, potencia y energía.</li> <li>✓ identifica el teorema del trabajo y la conservación de la energía en distintos contextos.</li> <li>✓ Identifica y diferencia los conceptos básicos de hidrostática e Hidrodinámica.</li> <li>✓ Analiza y resuelve problemas sencillos donde se aplican los conceptos básicos de la energía y mecánica de fluidos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Un estudiante <b>íntegro:</b> comprometido, motivado, creyente, responsable, cualificado y exigente (Perfil del estudiante claretiano).</li> <li>✓ Un estudiante que vivencia el valor COMUNITARIEDAD.</li> <li>✓ Coherente en el buen uso de la agenda escolar como medio de comunicación.</li> <li>✓ Responde con el diligenciamiento y seguimiento del cuadro de notas académicas de cada periodo.</li> <li>✓ Formula posibles explicaciones, con base en el conocimiento cotidiano, teorías y modelos científicos para contestar preguntas.</li> <li>✓ Comprometido en el buen desarrollo curricular del área y líder de los grupos de monitorias.</li> <li>✓ Puntual y responsable con sus compromisos académicos.</li> <li>✓ Solidario con sus compañeros y medidor durante conflictos.</li> <li>✓ Porta adecuadamente el uniforme y mantener una presentación personal adecuada.</li> <li>✓ Realiza lecturas que amplíen los conceptos propios del área y elaborar el glosario.</li> <li>✓ Analítico, crítico y creativo en los diferentes procesos del aprendizaje.</li> <li>✓ Autocrítico y justo en los procesos de evaluación.</li> <li>✓ Respetuoso y tolerante frente a las diferencias del grupo.</li> <li>✓ Sensible a la realidad y gestor de estrategias de mejoramiento.</li> <li>✓ Evidencia acciones de vida saludable y promoviendo hábitos alimenticios benéficos para la salud del cuerpo humano, dirigidos por las actividades propuestas: cuidado, quiero y respeto mi cuerpo.</li> </ul>