

Universidad Pedagógica Nacional

Francisco Morazán

Vicerrectoría de Investigación y Postgrado

Dirección de Postgrado

Maestría en Educación en Ciencias Naturales con Orientación en la
Enseñanza de la Física



Tema: “Aula invertida como estrategia didáctica para propiciar el aprendizaje conceptual de la Mecánica de Fluidos de Física General en el nivel superior”.

Tesista

Grevil Asdrúbal Perdomo García

Asesor(a) de Tesis

M.Sc. Alejandro Galo Roldán

Tegucigalpa, noviembre de 2019

“Aula invertida como estrategia didáctica para propiciar el aprendizaje conceptual de la Mecánica de Fluidos de Física General en el nivel superior”

Universidad Pedagógica Nacional

Francisco Morazán

Vicerrectoría de Investigación y Postgrado

Dirección de Postgrado

Maestría en Educación en Ciencias Naturales con Orientación en la
Enseñanza de la Física



Aula invertida como estrategia didáctica para propiciar el aprendizaje
conceptual de la Mecánica de Fluidos de Física General en el nivel
superior

Tesis para obtener el título de

Master en Educación en Ciencias Naturales con Orientación en la
Enseñanza de la Física

Tesista

Grevil Asdrúbal Perdomo García

Asesor de Tesis

M.Sc. Alejandro Galo Roldán

Tegucigalpa, noviembre de 2019

AUTORIDADES

Dr. **HERMES ALDUVÍN DÍAZ LUNA**
Rector

M.Sc. **CELFA IDALISIS BUESO FLORENTINO**
Vicerrectora Académica

M.Sc. **NAHÚM ALFREDO VALLADARES CARRANZA.**
Vicerrector Administrativo

Dra. **ROSARIO BUEZO VELÁSQUEZ.**
Vicerrectora de Investigación y Postgrado

M.Sc. **JOSÉ DARÍO CRUZ ZELAYA.**
Vicerrector del CUED

M.Sc. **BARTOLOMÉ CHINCHILLA CHINCHILLA.**
Secretario General

Dra. **ESTELA ROSINDA ÁLVAREZ MARTÍNEZ.**
Directora de Postgrado

Tegucigalpa M.D.C., noviembre de 2019.

Terna Examinadora

Esta tesis fue aceptada y aprobada por la terna examinadora nombrada por la Dirección de Estudios de Postgrado de la Universidad Pedagógica Nacional Francisco Morazán, como requisito para optar al grado académico de Máster en Educación en Ciencias Naturales con Orientación en la Enseñanza de la Física

Tegucigalpa M.D.C, 29 de noviembre de 2019.

Grado académico, nombres y apellidos completos
Examinador(a) presidente(a)

Grado académico, nombres y apellidos completos
Examinador (a)

Grado académico, nombres y apellidos completos
Examinador(a)

Grevil Asdrúbal Perdomo García
Tesisista

Dedicatoria

A lo largo de nuestra vida desarrollamos muchas actividades y alcanzamos metas ayudados por personas que siempre están con nosotros, motivando e impulsando, por tal razón dedico este trabajo de investigación principalmente a:

Dios, quien me iluminó y nunca apartó sus ojos de mí, proporcionarme la fuerza necesaria para iniciar y culminar este trabajo, por el espacio y la oportunidad de terminar este proyecto.

Mi familia, porque con su apoyo y amor incondicional me han permitido ir cumpliendo, uno a uno, los sueños de convertirme en un gran profesional, pero ante todo en una gran persona. Por la paciencia y el sacrificio en estos años, por la motivación, con que siempre me han acompañado.

Agradecimientos

El trabajo de investigación es exhaustivo, requiere de mucha entrega y dedicación; por lo que en muchos momentos he necesitado ayuda en el desarrollo del proyecto, teniendo respuesta de algunas personas a quienes les doy mis más sinceros agradecimientos.

En primer lugar agradezco a Dios por cada oportunidad y la fuerza brindada para cumplir con cada meta trazada.

A mi asesor de tesis, M.Sc. Alejandro Galo Roldán, quien aceptó dirigir este proyecto y gracias a sus aportes, comentarios, sugerencias y explicaciones disciplinares logré consolidar este documento. También de quien aprendí que un alto grado de conocimiento es sinónimo de sencillez y humildad.

Al Dr. Armando Euceda por su ayuda y apoyo durante el proceso de mi formación.

Al M.Sc. Luís Domínguez por apoyarme en el trabajo de campo desarrollado en el campus de Ciudad Universitaria de la Universidad Nacional Autónoma de Honduras.

A todos mis compañeros y amigos quienes hicieron más agradable este proceso de formación académica.

Por último y no menos importante, a las instituciones, como mi querida Universidad Pedagógica Nacional Francisco Morazán por la calidad y calidez en el servicio educativo que ofrece y formarme en la enseñanza de las ciencias. También a la Universidad Nacional Autónoma de Honduras por apoyarme con el espacio para realizar el trabajo de campo requerido y por los recursos brindados.

Índice General

Dedicatoria	6
Agradecimientos.....	7
Introducción.....	17
Capítulo 1: Construcción del Objeto de Estudio	20
1.1 Planteamiento del Problema	20
1.2 Objetivos	22
1.2.1 Objetivo General	22
1.2.2 Objetivos Específicos	22
1.3 Preguntas de Investigación	22
1.4 Justificación.....	23
Capítulo 2: Marco Teórico	25
2.1 Aspectos Didácticos:	25
2.1.1 Aula Invertida.....	25
2.1.1.1 Antecedentes	25
2.1.1.2 Definición del término aula invertida.....	29
2.1.1.3 Pilares o características del aula invertida.....	31
2.1.1.3.1 Ambiente flexible.....	31
2.1.1.3.2 Cultura de aprendizaje:.....	31
2.1.1.3.3 Contenido dirigido.....	32
2.1.1.3.4 Facilitador profesional.....	32

2.1.1.4 Metodologías utilizadas con aula invertida para el aprendizaje de conceptos .	33
2.1.1.4.1 Instrucción entre pares (Peer instruction).....	33
2.1.1.4.2 Simulaciones interactivas de Phet.	34
2.1.1.4.3 Enseñanza Justo a Tiempo.	34
2.1.1.4.4 Las pizarras blancas.....	34
2.1.1.5 Beneficios del modelo de aula invertida	35
2.1.1.6 Inconvenientes del modelo de aula invertida	35
2.2 Aspectos Pedagógicos	36
2.2.1 Aprendizaje conceptual, ideas previas y evolución conceptual	36
2.2.2 Enseñanza de la mecánica de fluidos	40
2.3 Aspectos Disciplinarios	43
2.3.1 Historia de la mecánica de fluidos	43
2.3.2 Conceptos fundamentales con relación a los fluidos.....	50
2.3.2.1 Densidad.....	50
2.3.2.2 Peso específico.	50
2.3.2.3 Gravedad específica.	50
2.3.2.4 Presión.....	51
2.3.3 Mecánica de fluidos.....	52
2.3.3.1 Estática de fluidos	52
2.3.3.1.1 Presión hidrostática.	53
2.3.3.1.2 Principio de Pascal.	54

2.3.3.1.3 Principio de Arquímedes.....	55
2.3.3.1.4 Presión atmosférica.....	58
2.3.3.1.5 Presión manométrica.....	58
2.3.3.2 Dinámica de fluidos.....	59
2.3.3.2.1 Ecuación de continuidad.....	59
2.3.3.2.2 El teorema de Bernoulli.....	59
Capítulo 3: Metodología de Investigación.....	62
3.1 Enfoque de investigación.....	62
3.2 Tipo de estudio.....	62
3.3 Diseño de investigación.....	63
3.4 Hipótesis.....	64
3.5 Matriz de Variables.....	65
3.6 Población participante o muestra.....	68
3.7 Estrategias propuestas para recolección de información.....	69
3.8 Plan de Análisis.....	75
3.8.1 Factor de concentración de Bao.....	75
3.8.2 La ganancia de Hake.....	77
Capítulo 4: Análisis de Resultados.....	79
4.1 Resultados del pretest.....	80
4.2 Resultados del postest.....	87
4.3 Análisis de resultados del pre y postest.....	93

4.4 Resultados de la encuesta	99
Capítulo 5: Conclusiones y Recomendaciones	108
5.1 Conclusiones	108
5.2 Recomendaciones	110
Referencias	111
Anexos.....	119

Índice de Figuras

<i>Figura 1:</i> Esfuerzo normal y esfuerzo cortante debido a la fuerza tangente en la superficie de un elemento de fluido. Çengel y Cimbala (2006: 3).....	51
<i>Figura 2:</i> Variación de la presión en función de la profundidad en un fluido con densidad uniforme. Young y Freedman (2012: 377).	53
<i>Figura 3:</i> Levantamiento de un peso grande mediante una fuerza pequeña, por aplicación del principio de Pascal. Çengel y Cimbala (2006: 71).	55
<i>Figura 4:</i> Distribución de la presión sobre las superficies de un cuerpo sumergido en un líquido. Çengel y Cimbala (2006: 69).....	56
<i>Figura 5:</i> Placa plana de espesor uniforme h en un líquido, paralela a la superficie libre. Çengel y Cimbala (2006: 89).	56
<i>Figura 6:</i> Posición de un cuerpo con respecto a las densidades ρ_f y ρ_{prom} del cuerpo. Çengel y Cimbala (2006: 90).....	58
<i>Figura 7:</i> Índice de calibración del test Mecánica de Fluidos (TMF) en una muestra de 22 sujetos. Elaboración propia (2019).	72
<i>Figura 8:</i> Esquema de Bao por Zonas para identificar el nivel de razonamiento de estudiantes a un test de escogencia múltiple con única respuesta. Bao y Redish (2001: 5) con adaptación del autor.	77
<i>Figura 9:</i> Distribución de estudiantes por grupo y prueba. Elaboración propia (2019).....	80
<i>Figura 10:</i> Distribución de estudiantes según sexo y grupo de estudio. Elaboración Propia (2019).....	80
<i>Figura 11:</i> Índice de Concentración de Bao en Función del Puntaje Promedio para las 10 Preguntas pretest/posttest del test Mecánica de Fluidos. Elaboración propia (2019).....	96
<i>Figura 12:</i> Ganancia de Hake versus el promedio de Pretest para los 10 Ítems del Test de los 29 estudiantes de la intervención. Elaboración propia (2019).	98

<i>Figura 13:</i> Porcentaje de confirmación del desarrollo de actividades extra clase. Elaboración propia (2019).....	99
<i>Figura 14:</i> Razones por las que no se desarrollaron las actividades extra clase. Elaboración propia (2019).....	100
<i>Figura 15:</i> Simpatía de los estudiantes a recibir las lecciones a través de video tutoriales. Elaboración propia (2019).	100
<i>Figura 16:</i> Número de veces que vio el video tutorial. Elaboración propia (2019).....	101
<i>Figura 17:</i> Respuesta de los Estudiantes ante el planteamiento de si las video-lecciones contribuyeron a alcanzar un mejor aprendizaje. Elaboración propia (2019).	101
<i>Figura 18:</i> Respuestas de los estudiantes al planteamiento de si realizar cuestionarios de forma previa a la clase contribuyó a mejorar su aprendizaje. Elaboración propia (2019).	102
<i>Figura 19:</i> Calificación dada por los estudiantes al desarrollo de la clase presencial. Elaboración propia (2019).	103
<i>Figura 20:</i> Posición de los estudiantes ante el planteamiento de que si las actividades desarrolladas durante la clase presencial contribuyeron a reflexionar sobre su aprendizaje. Elaboración propia (2019).	103
<i>Figura 21:</i> Reacciones a la interrogante referente a si las simulaciones Phet contribuyeron a alcanzar un aprendizaje significativo de conceptos. Elaboración propia (2019).....	104
<i>Figura 22:</i> Posicionamientos con respecto a si la actividad de discusión grupal facilitó el aprendizaje de los estudiantes. Elaboración propia (2019).....	105
<i>Figura 23:</i> Opinión de los estudiantes con respecto a la contribución de las actividades abordadas, para comprender, que aprender Física es más que resolver ejercicios matemáticos. Elaboración propia (2019).	105
<i>Figura 24:</i> Opinión de los estudiantes sobre la metodología de aula invertida. Elaboración propia (2019).....	106

Figura 25: Simpatía de los estudiantes ante la idea de desarrollar el contenido de otras asignaturas utilizando aula invertida. Elaboración propia (2019).106

Índice de Tablas

Tabla 1 Explicación de las variables.....	66
Tabla 2 Valores para índices test-TMF.....	73
Tabla 3 Escala de valoración	74
Tabla 4 Valor alfa de cronbach.....	75
Tabla 5 Codificación de concentración propuesta por Bao.	76
Tabla 6 Niveles de ganancia normalizada de Hake.	78
Tabla 7 Distribución de respuestas Pre test TMF.	81
Tabla 8 Valores de concentración para las 10 preguntas del TMF con datos previos a la aplicación del método Aula Invertida.	82
Tabla 9 Categoría de los tipos de respuesta antes de la instrucción del estudiante.	82
Tabla 10 Distribución de respuestas pre test TMF.	88
Tabla 11 Puntaje y valores de concentración para las 10 preguntas del TMF con datos posteriores a la aplicación del método aula invertida.	89
Tabla 12 Categoría de los tipos de respuesta después de la instrucción del estudiantes.	89
Tabla 13 Puntaje y valores de concentración para las 10 preguntas del TMF con datos previos y posteriores a la aplicación del método aula invertida.	93
Tabla 14 Valores explícitos de concentración-puntaje promedio para las 10 preguntas del test TMF.	94
Tabla 15 Nivel de aprendizaje y categoría de los tipos de respuesta de pre y post instrucción del estudiante.	95
Tabla 16 Estadísticos sobre la población de 29 estudiantes.	97

Índice de Anexos

Anexo A. Cuestionario.....	119
Anexo B. Encuesta.....	125
Anexo C. Cronograma de actividades para la aplicación de la estrategia didáctica aula invertida	129
Anexo D. Plan de clases para el momento durante la clase.....	131
Anexo E. Programación de Física General I.....	135
Anexo F. Preguntas conceptuales	140

Introducción

La hidrostática y la hidrodinámica aportan conceptos claves para el desarrollo de conocimientos de mayor jerarquía que permiten comprender y explicar una amplia variedad de fenómenos naturales. Pero la comprensión de estos conceptos no ha sido una tarea fácil, incluso para los hombres de ciencia que se dedicaron a comprender la naturaleza y comportamiento de los fluidos. Razón que trae como consecuencia la adquisición de ideas alternativas sobre conceptos relacionados con la mecánica de fluidos, durante la enseñanza de esta temática. Como ejemplo, varios investigadores, han puesto de manifiesto que las consecuencias del principio de Arquímedes y Pascal, la relación entre las variables presión estática y rapidez del flujo expresada por la ecuación de Bernoulli no son aprendidas con facilidad por los estudiantes (Barral, 1990: 244; Barbosa, 2013: 30).

Al considerar el motivo de la existencia de las dificultades para la comprensión de dichos conceptos Barral (como se citó en Mazzitelli, Maturano, Núñez y Pereira, 2017), argumenta que la razón relacionada con el empuje, considerado como concepto clave para entender la flotación, es que es una fuerza y generalmente los estudiantes tienen dificultades con este concepto (p.45).

Barbosa, comenta que el alumno piensa que si un flujo se mueve rápidamente, tiene más presión que cuando se movía lentamente. En este caso el modelo cognitivo del estudiante que lo hace pensar así está asociado con la creencia de que la fuerza es lo mismo que velocidad y similar a la presión (2013: 31).

De igual manera el conceptuar que una menor área de un tubo de corriente implica mayor presión por el hecho de observar que el fluido aumentó su rapidez.

Estas simples concepciones sobre presión y profundidad; flotación; presión y velocidad, que adquieren algunos estudiantes durante su proceso de enseñanza aprendizaje las mantienen o las

adoptan como su postura final y no se convencen por las demostraciones de sus compañeros, de que estas son erróneas (Corona, Slisko, y Meléndez, 2007: 49).

Esta persistencia de aferrarse a los conceptos equívocos, plantea la necesidad de buscar nuevas alternativas de enseñanza y aplicarlas en este campo. Por la naturaleza de ser ésta una maestría en educación en ciencias naturales con orientación en la enseñanza de la física es pertinente realizar dichas propuestas tomando como referente la línea de investigación sobre Calidad y Equidad de la Educación. Porque los estudios que se realicen bajo la perspectiva de Innovación Educativa, estarán encaminados a proponer innovaciones derivadas de procesos de intervención educativa. La propuesta consistió en utilizar el modelo de aula invertida para verificar su efectividad en la movilización de conocimientos.

Se tiene claro que este modelo didáctico no es una panacea para enfrentar todos los problemas que tienen los estudiantes para lograr un aprendizaje significativo de la mecánica de fluidos, pero debido a sus raíces de corte constructivista, sobre todo en la elección de técnicas para el desarrollo de la clase presencial, esta estrategia didáctica resulta ser muy productiva, porque, al ser muy novedosa, despierta la motivación y por ende el aprendizaje de los estudiantes. Entonces, verificar que favorece el aprendizaje conceptual, representa un gran logro para la enseñanza de la Física en el sistema presencial de la Universidad Nacional Autónoma de Honduras (UNAH) y por qué no decir de Honduras.

Este trabajo de esta investigación se encuentra estructurado en cinco capítulos, cada uno de los cuales redactados en función de la guía de estilo que la Dirección de Postgrado dispone para la presentación del informe de investigación. En el capítulo 1 se aborda la temática del objeto de estudio, en el que se describe metodológicamente la construcción del objeto de estudio, exponiendo la situación problemática, justificación, objetivos de investigación y las preguntas de investigación.

En el capítulo 2 titulado marco teórico, se muestran las distintas teorías que sustentan el estudio y se abordan los diferentes conceptos que se presentan en este trabajo; se inicia con aspectos didácticos, donde se establece el fundamento del modelo de aula invertida; sus antecedentes, las definiciones, los pilares, las ventajas e inconvenientes de este modelo didáctico, así como las técnicas de trabajo colaborativo, que pueden ser utilizadas en el desarrollo de esta estrategia didáctica.

Se continúa con aspectos pedagógicos, en el cual se conceptualiza el aprendizaje de conceptos y detalles relacionados con la enseñanza de la mecánica de fluidos.

También en este capítulo se incluyen aspectos disciplinares, como ser algunos conceptos relacionados con la mecánica de fluidos, teoremas relacionados con la estática de fluidos como ser el principio de Pascal y de Arquímedes y los de la dinámica de fluidos como la ecuación de continuidad y el teorema de Bernoulli.

El capítulo 3 se refiere a la metodología del estudio, en este apartado el lector encontrará el detalle en lo referente al enfoque de la investigación, tipo de estudio, el diseño, el alcance, las variables estudiadas, población, muestra, estrategias de recolección de datos y técnicas de análisis de datos.

El capítulo 4, hace referencias al análisis de datos, con base en los aportes de los participantes. Propiciando de esta forma la identificación de hallazgos que dan respuesta a las interrogantes planteadas, demostrando que los objetivos propuestos en este estudio han sido alcanzados.

El Capítulo 5, contiene las conclusiones de la investigación. Además, se dan a conocer las recomendaciones en relación con la aplicación de la metodología FC como estrategia didáctica para propiciar el aprendizaje de conceptos de la mecánica de fluidos en estudios futuros. Finalmente se presenta la referencia bibliográfica utilizada y los anexos.

Capítulo 1: Construcción del Objeto de Estudio

1.1 Planteamiento del Problema

Para la mayoría de los estudiantes, el proceso normal de una clase de física representa el manejo matemático, procedimental de un cúmulo de fórmulas y ecuaciones; los conceptos son entregados en forma vaga, donde es más importante el formulismo del concepto, saber que ecuación se debe utilizar, como sustituir los datos y encontrar como meta final, una respuesta de tipo numérica.

Parra y Niño (2006) sostienen que el formulismo en física trae como consecuencia que los profesores al abordar algunos temas opten por explicar ecuaciones y conversiones. Conocimiento que en la mayoría de los casos se impone al estudiante, es decir, el alumno simplemente realiza ejercicios de forma mecánica y repite definiciones sin comprender en realidad el fenómeno físico (p. 51).

Por otro lado, considerando que la conceptualización científica depende fuertemente de un alto nivel cognitivo, pues requiere de patrones de razonamiento formal, los cuales no los promueve la enseñanza tradicional, algunos estudiantes universitarios, terminan sus primeros cursos de física, teniendo dificultades conceptuales en la comprensión de la mecánica de fluidos (Corona et al., 2007: 45).

Bello (2004), cree que uno de los grandes problemas al que se enfrenta la enseñanza de las ciencias es la existencia en los estudiantes de fuertes ideas alternativas a los conceptos científicos, que resultan muy difíciles de modificar y, en algunos casos, sobreviven a largos años de instrucción científica (p.210).

Ciertos autores reportan trabajos de manera individual, señalando en sus conclusiones que después de aplicada la intervención educativa, persistieron algunas ideas erróneas. Es así que algunos estudiantes continuaron creyendo que la presión hidrostática depende del valor del área superficial sobre la que es aplicada y de la cantidad de líquido, que dicha superficie soporta

encima, además ésta tiene una dirección y sentido preferentes, generalmente verticales y hacia el fondo del recipiente. La fuerza de flotación que ejerce un líquido sobre un cuerpo depende del peso de éste. El empuje sobre un cuerpo totalmente sumergido en un líquido depende de la profundidad a la que éste se encuentre (García A., 2009: 210).

Así mismo se menciona que los estudiantes insistieron en mantener como cierto, que si un flujo se mueve rápidamente, tiene más presión que cuando se movía lentamente, por ejemplo, al comparar el líquido de la sección ancha de una jeringa con la sección delgada. Cuando un fluido va por un tubo que reduce su sección transversal de área, el fluido aumenta su presión al disminuir la sección. El flujo siempre empuja y sin importar si incide frontal o lateralmente sobre una superficie, el efecto es siempre empujarla en la misma dirección del flujo (Barbosa, 2013: 36).

Estos aportes permiten evidenciar, las consecuencias de una enseñanza poco o nada significativa, donde los conceptos relacionados con la presión Hidrostática, el principio de Arquímedes en el contexto de la flotación y el teorema de Bernoulli, son vistos aislados y sin un contexto real que permita vincularlos a fenómenos de su cotidianidad. Las ideas previas son claves en la reestructuración del conocimiento, pero no quiere decir que sean correctas. Al contrario se debe buscar la manera más apropiada de estimular el cambio conceptual para lograr un aprendizaje de conceptos de la mecánica de fluidos de manera significativa.

Es por ello que se ha determinado investigar ¿En qué medida, la implementación del aula invertida (Phet de Colorado, Peer instruction, videos tutoriales) como estrategia didáctica, favorece el aprendizaje conceptual de la mecánica de fluidos de los estudiantes de la clase de Física General de la UNAH?

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo General

Determinar en qué medida la estrategia didáctica de aula invertida (Peer Instruction, Phet de colorado, Videos tutoriales) favorece la movilización de conocimiento, para el aprendizaje de conceptos de la unidad mecánica de fluidos por los estudiantes de Física General de la Universidad Nacional Autónoma de Honduras (UNAH).

1.2.2 Objetivos Específicos

1. Identificar las preconcepciones referentes a la mecánica de fluidos que poseen los estudiantes de Física General de la Universidad Nacional Autónoma de Honduras.
2. Aplicar la estrategia didáctica de aula invertida (Peer Instruction, Phet de colorado, Videos tutoriales) para el aprendizaje de conceptos de la Mecánica de Fluidos de los estudiantes de Física General de la UNAH.
3. Establecer la evolución que experimentan las ideas previas, sobre mecánica de fluidos, de los estudiantes de Física General de la UNAH tras la aplicación de la metodología de aula invertida.
4. Estimar el nivel de aprendizaje de conceptos de la mecánica de fluidos que adquieren los estudiantes de Física General de la UNAH a partir de la implementación del aula invertida.
5. Deducir el grado de aprobación y apreciación, de los estudiantes participantes de Física General de la UNAH, sobre la implementación y organización del aula invertida.

1.3 Preguntas de Investigación

El siguiente proyecto plantea responder a las siguientes preguntas de investigación:

- ¿Qué ideas tienen los alumnos de Física General de la UNAH sobre los conceptos relacionados con presión hidrostática, Principio de Arquímedes en el contexto de la flotación y teorema de Bernoulli al comienzo de la aplicación de la propuesta didáctica de aula invertida?

- ¿Experimentan evolución las ideas previas sobre mecánica de fluidos de los estudiantes de Física General de la UNAH tras la implementación de metodologías en el contexto del aula invertida (Peer Instruction, Phet de colorado, Videos tutoriales)?
- ¿Cuál es el nivel de aprendizaje de conceptos de la mecánica de fluidos que adquieren los estudiante de Física General de la UNAH, mediante la implementación de metodologías en el contexto del aula invertida (Peer Instruction, Phet de colorado, Videos tutoriales)?
- ¿Cuál es el grado de aprobación y apreciación de los estudiantes participantes de Física General de la UNAH con respecto a la implementación y organización del aula invertida?

1.4 Justificación

El estudio de la mecánica de fluidos involucra conceptos complejos, que requieren profundidad de análisis y están más alejado del entorno cotidiano de un estudiante, por ello es una temática que debe tratarse con más detalle.

Por tal razón una propuesta para enfrentar el reto de la enseñanza de la mecánica de fluidos y modificar esas indolencias educativas es el modelo Flipped classroom¹, ya que se considera un modelo integral, porque al combinar la enseñanza presencial directa con métodos que toman de referencia una perspectiva constructivista del aprendizaje y al aplicarlos adecuadamente, se sustentan todas las fases del ciclo de aprendizaje que componen la taxonomía de Bloom, lo que la vuelve una alternativa de enseñanza novedosa y atractiva que podría despertar la motivación, y por ende favorecer el aprendizaje de los estudiantes (García Barrera, 2013: 3; Domínguez, L. C., Vega, N. V., Espitia, E. L., Sanabria, A. E., Corso, C., Serna, A. M., Osorio, C., 2015: 521; Tourón y Santiago, 2015: 209).

Porque como lo afirman varios investigadores², con la implementación de este modelo didáctico y la facilidad de la tecnología, se invierte el método tradicional de enseñanza,

¹ Flipped classroom es un término acuñado por Jonathan Bergmann y Aaron Sams, dos profesores de química en Woodland Park High School en Woodland Park Colorado que significa literalmente “aula invertida”.

² Johnson y Renner, (2012: 2-3); Tourón Y Santiago (2015: 209); Calvillo Castro, (2014: 8-9); Tecnológico de Monterrey [TEMOY]/ Observatorio de Innovación Educativa [OBINED] (2014: 5-6).

logrando así, que el discente asuma un papel activo en su aprendizaje y sea responsable del mismo.

Si bien es cierto que esta estrategia didáctica, logra despertar la motivación del estudiante al encontrarla novedosa y atractiva por el uso de la tecnología, lo interesante es que para éste modelo pedagógico, ésta, es nada más un medio y no la finalidad del proceso de aprendizaje. Concordando así con Lévy (1999) al afirmar que lo actual no se atiene a lo virtual simplemente lo utiliza como una herramienta para estar al día.

Aunque el fenómeno está cobrando cada vez mayor interés y su estudio empieza a sistematizarse desde algunos grupos de investigación consolidados y proyectos abiertos a la participación, como el desarrollado por Javier Tourón y Alicia Díez (Universidad de Navarra), Raúl Santiago (Universidad de La Rioja) y Hugo Vázquez (Colegio Menesiano Madrid), la literatura en el campo de la enseñanza de la física universitaria en Honduras no reporta estudios que analicen el efecto del modelo de aula invertida en el aprendizaje conceptual de la mecánica de fluidos.

Desde esta perspectiva se considera que los resultados que se obtengan con la presente investigación, serán un aporte sustantivo para verificar la eficacia de esta metodología didáctica en el aprendizaje de conceptos, lo que contribuirá a poder contar con una estrategia didáctica adecuada. Indudablemente, un logro de gran importancia para la enseñanza de la unidad mecánica de fluidos en el nivel superior, beneficiando así a la población de estudiantes que cursan la clase de Física General para estudiantes de ciencias e ingeniería de la UNAH.

Capítulo 2: Marco Teórico

2.1 Aspectos Didácticos:

2.1.1 Aula Invertida

A pesar de ser la educación una ciencia no madura según Thomas Kuhn (1962), ha desarrollado varios paradigmas. Uno de ellos ha tratado de darle al estudiante un rol activo dentro del proceso de enseñanza aprendizaje y bajar al maestro del pedestal, de ser el único ilustrado, para pasar a ser un guía u orientador durante dicho proceso. Este paradigma es el constructivismo el cual de acuerdo con Carretero (1997):

(...) parte de la idea de que el individuo -tanto en los aspectos cognitivos y sociales del comportamiento como en los afectivos -no es un simple producto del ambiente ni resultado de sus disposiciones internas, sino una construcción propia; que se produce día a día como resultado de la interacción entre estos factores. (p. 24)

Entonces, al ser el aula invertida un método didáctico atractivo y novedoso que le da vuelta al modelo tradicional de enseñanza al lograr la motivación del estudiante para que asuma un papel activo dentro del proceso de aprendizaje, es pertinente afirmar que esta estrategia didáctica se apoya en el paradigma³ constructivista.

Por lo tanto, los fundamentos del aula invertida están en los diferentes argumentos de base psicológica sobre el aprendizaje centrado en el estudiante, como son las conocidas teorías⁴ de Piaget, Vygotsky, Bruner y Ausubel.

2.1.1.1 Antecedentes

Son varios los métodos con otros nombres y modelos parecidos, los que han dado origen a lo que Aaron Sams y Jon Bergmann llamaron Flipped Classroom (FC)⁵ en el año 2007. En

³ “Realizaciones científicas universalmente reconocidas que, durante cierto tiempo, proporcionan modelos de problemas y soluciones a una comunidad científica” (Kuhn, 1962:13).

⁴ Teoría cognitiva o cambio conceptual (1952), constructivismo social (1978), aprendizaje por descubrimiento (1960) y aprendizaje significativo (1963).

⁵ Flipped Classroom (FC) nombre con que se conoce en inglés al método didáctico de aula invertida.

ocasiones, podemos llegar a afirmar que fueron ellos los creadores de este modelo, pero veremos a continuación, que no es del todo correcto.

En el año 1982, Baker (2000) tuvo una visión en la que se podrían usar elementos electrónicos capaces de sustituir determinados campos de nuestra memoria.

Así, en su notoria conferencia de Florida publicada en el año 2000 instituyó el modelo de la Flipped Learning (FL)⁶ que llevaba empleando desde 1995, y que había explicado en otras conferencias anteriores entre 1996 y 1998, con la implantación de un Learning Management System (LMS)⁷ muy básico, en el que incluyó sus presentaciones de las conferencias y las clases que impartía y que volvía a recuperar en sus clases cotidianas. Se dio cuenta de que su alumnado podía acceder a dichas notas y presentaciones en momentos fuera de clase y fundamentó sus lecciones en plantearles trabajos aplicados, observar sus progresos, responder sus dudas y hacerles respectivas retroalimentaciones. (Johnson y Renner, 2012: 3-4)

En los años 90, Eric Mazur, físico en la Universidad de Harvard, había empezado a usar un método parecido al que llamó “Peer Instruction” (Instrucción entre pares), donde utilizaba tecnología asistida para adquirir respuestas de sus estudiantes y maximizar el tiempo con el profesor en clase para desarrollar habilidades en lugar de tomar apuntes o recordar situaciones (Berrett, 2012, párr. 28; Mazur, 1997).

Poco más o menos a la vez que Baker; Lague, Platt y Treglia (2000) diseñaron e instauraron un modelo parecido que llamaron “The Inverted Classroom”⁸ que consistía en visualizar conferencias antes de clase y dedicar el tiempo de las sesiones con su alumnado a resolver dudas y trabajar en pequeños grupos. Su aplicación se hizo en cinco secciones de un curso de Economía de la Universidad de Miami (p. 32).

⁶ Traducido al Español es “aprendizaje invertido”.

⁷ En Español “Sistema de Gestión de Aprendizaje (SGA)”.

⁸ El Aula Invertida en Español.

Strayer (2007) inició estudiando los efectos de la “Classroom flip”⁹ en 2001 con sus alumnos de matemáticas y estadística, en una clase tradicional y otra con el modelo FL. Sus estudios resaltaban la innovación y cooperación que percibía su estudiantado con el nuevo modelo y la importancia de la coordinación de las actividades fuera y dentro de clase (p.8).

Bajo la misma dinámica Day y Foley (2006) realizaron un estudio con alumnos de postgrado, donde la clase es impartida de manera tradicional a uno de los dos grupos, y el segundo recibía la instrucción a través de la web y fuera del horario de clase. Sus conclusiones decían que la metodología FL incrementaba los logros de los estudiantes resultando con mejores calificaciones en todas las tareas y exámenes al finalizar el curso. También, los alumnos se mostraban de acuerdo que estudiaban más que con el método tradicional y que habían conseguido tener mejores actitudes. El estudio lo concluían haciendo referencia a que no encontraban razones para pensar que sus resultados no pudieran ser similares en otros contextos y en otros niveles educativos.

Pero definitivamente, los autores que han popularizado el concepto, han sido los profesores Aaron Sams y Jonathan Bergmann del instituto Woodland Park de Colorado (EEUU). En el año 2007, descubrieron y usaron el software Movavi PowerPoint to Video capaz de convertir cualquier presentación de PowerPoint a videos, y decidieron publicarlos en Internet para aquellos estudiantes que no podían asistir a sus clases con regularidad o habían faltado por cualquier motivo puntual y por la necesidad de no tener que repetir las mismas explicaciones cuando los estudiantes se incorporaban días más tarde. Poco a poco, las lecciones en video se fueron ampliando y ellos comenzaron a formar a otros docentes que empezaron a usar sus lecciones para la instrucción de su alumnado fuera del horario de clase.

En el 2008, Bergmann y Sams (2009) iniciaron grabando vídeos de sus clases de química para aquellos estudiantes que no habían podido asistir de manera presencial y los pusieron a

⁹ En Español “Aula Volteada”.

disposición en Internet mediante vodcast¹⁰. Sus alumnos podían ver estos videos antes de clase realizaban experimentos y prácticas durante las clases presenciales, donde los profesores paseaban por el aula viendo los progresos de su alumnado y resolviendo las dudas que surgían (p. 22).

Por último, la enorme contribución multimedia a este modelo didáctico y otros, la ha puesto la KhanAcademy¹¹ con un repositorio online de más de 4300 vídeos y lecciones de matemáticas, biología, química, física, finanzas o historia, que permite aprender de manera autónoma y donde podemos ver nuestro propio progreso o el de nuestros estudiantes (Tucker, 2012: 2).

Desde ese momento hasta nuestros días, son muchos los profesionales que de manera permanente o esporádica han aplicado este modelo en sus clases y actualmente, The Flipped Learning Network¹², cuenta con unos 12000 profesionales de todas las áreas y niveles que aplican la metodología FL en sus clases y que comparten sus experiencias en la red.

No obstante, aunque el fenómeno está cobrando cada vez un mayor interés y su estudio comienza a sistematizarse desde algunos grupos de investigación consolidados y proyectos abiertos a la participación, como el desarrollado por Javier Tourón y Alicia Díez (Universidad de Navarra), Raúl Santiago (Universidad de La Rioja) y Hugo Vázquez (Colegio Menesiano Madrid), la literatura en el campo de la enseñanza de la física universitaria en Honduras no reporta estudios que analicen la eficacia del método de aula invertida en la comprensión conceptual de la mecánica de fluidos.

¹⁰ Es un producto audiovisual distribuido o reproducido a partir de un servidor en internet. Suele estar accesible por suscripción a través de canales de distribución como RSS o ATOM.

¹¹ La Academia Khan es una organización educativa sin ánimo de lucro y un sitio web creado en 2006 por el educador estadounidense Salman Khan, egresado del Instituto Tecnológico de Massachusetts y de la Universidad de Harvard. <https://es.khanacademy.org/>

¹² La Flipped Learning Network (La Red de Aprendizaje Invertido), es un sitio Web fundado por Aaron Sams y Jon Bergmann, surgió en 2012 con tres objetivos principales: servir como un centro que conecta educadores comprometidos con Flipped Learning, facilitar y colaborar en investigaciones relevantes para Flipped Learning, y proporcionar acceso a oportunidades de aprendizaje profesional en Flipped Learning. <https://flippedlearning.org/>

2.1.1.2 Definición del término aula invertida

Aula invertida es definida por Bergmann y Sams (como se citó en Tourón y Santiago, 2015) como un sistema que invierte el método tradicional de enseñanza, llevando la instrucción directa fuera de la clase y utilizando el tiempo de la misma para facilitar y potenciar otros procesos de adquisición y práctica de conocimientos dentro del aula (p.209).

Entonces la metodología conocida como FC consiste en trasladar las explicaciones y la transmisión de contenidos a casa, fundamentalmente a través de vídeos, presentaciones, audios, lecturas, etc. mientras que el trabajo que se realizaba tradicionalmente en casa, ahora se hace en el aula bajo la supervisión de los profesores.

De esta manera, se invierte el modelo tradicional de enseñanza. Los profesores dejan de impartir clases magistrales, de transmitir conocimientos y se convierte ahora, en un guía que ayuda al estudiantado en clase, propone problemas para resolverlos entre todos y todas, realiza actividades grupales con distintas técnicas de trabajo colaborativo y cooperativo, organiza debates, etc. Y del alumnado se requiere que vea los vídeos en casa, lea las lecturas o consulte los recursos fuera del aula.

Así, la tecnología y las actividades de aprendizaje se convierten en fundamentales en este nuevo modelo al que podríamos englobar en un tipo de Blended Learning¹³ o facilitado a través de la combinación eficiente de recursos virtuales y físicos (Bersin, 2004: 2). Pero el modelo de la FC es mucho más que la edición y distribución de un video. Éste es un enfoque integral que combina la instrucción directa del alumnado con métodos constructivistas, la mejora de su comprensión conceptual o el incremento del compromiso y responsabilidad personal con su propia educación.

¹³ Blended learning (Aprendizaje mixto) es el aprendizaje que combina el e-learning (encuentros asincrónicos) con encuentros presenciales (sincrónicos) tomando las ventajas de ambos tipos de aprendizajes. <https://www.abclearning.com/blended-learning/>

La Flipped Learning Network (FLN) publicó una nueva definición del término cuya traducción sería:

La enseñanza inversa es un enfoque pedagógico en el que la instrucción directa se desplaza del espacio del aprendizaje en grupo al espacio del aprendizaje individual, como resultado de ello, el espacio del grupo se transforma en un ambiente de aprendizaje dinámico e interactivo, en el que el educador guía a los estudiantes mientras éstos aplican los conceptos y se implican creativamente en la materia. (2014a: 1)

Por un lado, vemos cómo el término evoluciona, y la definición del modelo pasa de ser Flipped Classroom (aula invertida) a convertirse en Flipped Learning (enseñanza invertida o inversa) debido a la intencionalidad intrínseca del modelo metodológico. No basta con que el estudiantado vea videos, realice determinadas lecturas o resuelva determinados problemas o cuestionarios en casa (Flipped Classroom), si el tiempo de clase no se emplea de la manera adecuada y con la intencionalidad que promueve el modelo (Flipped Learning). Es decir, es posible implantar un modelo de FC sin llegar a producirse la Flipped Learning (FL).

También somos conscientes de lo novedoso de la denominación terminológica y de la fama que ha adquirido el término Flipped Classroom en círculos educativos en los últimos tiempos. Así, es frecuente encontrar el término FC referido a lo que ahora se entiende como FL y que ambos términos lleguen a emplearse como sinónimos para referirse al modelo metodológico, cuando no es lo correcto, al menos, desde que se hizo pública la nueva definición.

En nuestro caso, a sabiendas de esta nueva definición dada a este método didáctico, en todo el material elaborado y utilizado (cuestionarios para los alumnos y otros instrumentos de investigación) se empleó el término FC o aula invertida, en vista de que esta denominación es más utilizada por la Comunidad Educativa.

2.1.1.3 Pilares o características del aula invertida

El invertir una clase puede, pero no necesariamente, llevar a la práctica del aprendizaje invertido. Es probable que muchos profesores ya hayan invertido sus clases al pedir a los estudiantes que lean un texto, vean videos con materiales adicionales o resuelvan problemas de manera previa a su clase, pero para involucrarse en el aprendizaje invertido, los profesores deben incorporar a su práctica los cuatro pilares mencionados por Javier Tourón (2013, párr. 7-9) e identificados por la FLN (2014b) como “FLIP¹⁴”, acrónimo de: Ambiente Flexible, Cultura de Aprendizaje, Contenido Intencional y Educadores Profesionales. Donde, se incluyen 11 indicadores, que ayudarán a los profesores a implantar dicho método en sus aulas y a conocer el grado de consecución del mismo.

2.1.1.3.1 Ambiente flexible. El aprendizaje invertido admite incluir una variedad de estilos de aprendizaje. Los estudiantes pueden elegir cuándo y dónde aprenden; se constituyen evaluaciones adecuadas que midan la comprensión de una manera significativa para los estudiantes y profesores.

Así, de este primer pilar se derivan los tres primeros indicadores para los docentes:

- F.1 Establezco espacios y tiempos que permiten a los estudiantes interactuar y reflexionar sobre su aprendizaje a medida que lo necesitan.
- F.2 Observo y monitorizo continuamente a los estudiantes para hacer los cambios oportunos.
- F.3 Ofrezco a los estudiantes diferentes modos para aprender un determinado contenido y para que demuestren el dominio de lo aprendido. (FLN, 2014b: 2)

2.1.1.3.2 Cultura de aprendizaje: De forma intencional, se reubica la responsabilidad de la instrucción centrada en el profesor hacia una centrada en el estudiante. Entonces, el tiempo

¹⁴ En Inglés: Flexible environment, Learning Culture, Intentional Content and Professional Educator

en el aula es para ahondar en temas, propiciar oportunidades más enriquecedoras de aprendizaje y maximizar las interacciones cara a cara para asegurar el entendimiento y síntesis del material.

Los dos indicadores para los docentes que se derivan de este pilar serían:

- L.1 Le doy a los estudiantes oportunidades para que se impliquen en actividades significativas en las que el profesor no sea el centro.
- L.2 Organizo y estructuro estas actividades haciéndolas accesibles a todos los estudiantes a través de la diferenciación y el feedback¹⁵. (FLN, 2014b: 2)

2.1.1.3.3 Contenido dirigido. Los profesores eligen lo que necesitan enseñar y fungen como filtros de los materiales que los estudiantes han de explorar por sí mismos mediante la respuesta a interrogantes como: ¿qué contenido se puede enseñar en el aula y qué materiales se pondrán a disposición de los estudiantes para que los exploren por sí mismos?

De este pilar, se derivan los 3 siguientes indicadores:

- I.1 Doy prioridad a los conceptos utilizados en la enseñanza directa, para que los estudiantes puedan acceder a ellos por sí mismos.
- I.2 Creo o propongo contenido relevante (fundamentalmente vídeos) para mis estudiantes.
- I.3 Diferencio, para hacer el contenido accesible y relevante a todos los estudiantes. (FLN, 2014b: 2)

2.1.1.3.4 Facilitador profesional. El último pilar que nos proponen hace referencia al papel fundamental y más exigente del profesorado en un aula invertida que en una tradicional. En el transcurso de la clase, dan seguimiento continuo y casi personalizado a sus estudiantes, dando realimentación pertinente instantáneamente y evaluando su trabajo.

De este pilar, se derivan los 3 últimos indicadores para los docentes:

- P.1 Estoy disponible para todos los estudiantes, individualmente, en grupos pequeños o

¹⁵ Retroalimentación.

para toda la clase, para ofrecerles retroalimentación en tiempo real cuando sea necesario.

– P.2 Realizo evaluaciones formativas continuas durante el tiempo de clase a través de la observación y el registro de datos que informen la instrucción futura.

– P.3 Colaboro y reflexiono con otros docentes y asumo la responsabilidad de la transformación de mi práctica. (FLN, 2014b: 2)

2.1.1.4 Metodologías utilizadas con aula invertida para el aprendizaje de conceptos

Como se ha mencionado anteriormente, el aula invertida o modelo invertido de aprendizaje, pretende invertir los momentos y roles de la enseñanza tradicional, donde la explicación magistral, habitualmente impartida por el profesor, pueda ser atendida en horas extra-clase por el estudiante mediante herramientas multimedia; de manera que las tareas, usualmente asignadas para el hogar, puedan ser ejecutadas en el aula a través de métodos interactivos de trabajo colaborativo, aprendizaje basado en problemas (ABP)¹⁶ y realización de proyectos (Martínez, Esquivel, y Martínez, 2015: 145).

A manera de ejemplo de estrategias de trabajo colaborativo que pueden ser utilizados en aula invertida y que han recibido validaciones de estrella, plata, bronce y basado en la investigación por la PhysPort¹⁷ por su eficacia en el aprendizaje de conceptos son:

2.1.1.4.1 Instrucción entre pares (Peer instruction). Ubicado en la categoría plata de acuerdo con los criterios de validación de la physPort, es también un método interactivo que consiste en “la discusión en grupos pequeños de preguntas conceptuales intercaladas con conferencias, aumentando la participación y proporcionando retroalimentación formativa sobre el pensamiento del estudiante” (Crouch, Mazur, Watkins, y Fagen, 2017: 5-7).

¹⁶ Aprendizaje Basado en Problemas (ABP), llamado en inglés Problem-based learning (PBL) es un método educativo que se centra en el aprendizaje, investigación y reflexión por parte de los alumnos frente a un tema.

¹⁷ PhysPort([.physport.org/](http://physport.org/)) traducido al español como Portal de Física. Es un portal que apoya la enseñanza de la física con recursos basados en la investigación, al proporcionar recomendaciones de expertos sobre métodos de enseñanza, evaluación y resultados de la investigación.

Esta estrategia hace uso de la enseñanza con clickers (Pulsadores), la cual según la PhysPort se ha validado en la categoría de bronce, donde los estudiantes usan dispositivos electrónicos para responder preguntas y los instructores recopilan y muestran respuestas, lo que facilita la participación y la colaboración de los estudiantes. Durante la ejecución de la propuesta didáctica utilizada para la presente investigación se requirió de la herramienta Plickers, la cual es una variante de clickers, con la diferencia de que los alumnos sustituyen el dispositivo electrónico por tarjetas con código QR¹⁸, el cual es escaneado a través de la cámara del teléfono móvil del profesor, quien ha descargado previamente dicha herramienta.

2.1.1.4.2 Simulaciones interactivas de Phet. Incluida en la categoría de validación plata de la PhysPort. De acuerdo con Wieman, Perkins y Adams (2008) los Phet¹⁹ son simulaciones tipo juego, abiertas que incluye modelos visuales expertos que hacen que lo invisible sea visible y proporciona múltiples representaciones, lo que permite la exploración de tipo científico y las conexiones del mundo real. Está demostrado que esta técnica ayuda a mejorar la comprensión conceptual, habilidades de laboratorio, creencias y actitudes (p.393).

2.1.1.4.3 Enseñanza Justo a Tiempo. (Del inglés Just-in-Time Teaching), es otro método interactivo de aprendizaje colaborativo que suele ser aplicado durante el momento anterior a la clase presencial bajo el modelo de aula invertida, debido a que “los estudiantes responden preguntas en línea antes de clase, promoviendo la preparación para la clase y alentándolos a venir a clase con una "necesidad de saber". Los instructores usan las respuestas para afinar su presentación e incorporar citas de los estudiantes en la clase (Novak, Gavrin, Patterson, y Christian, 2017, Párr.1).

2.1.1.4.4 Las pizarras blancas. (Del inglés **Whiteboard**), suelen ser pequeñas (~ 9 "x 12" o 12 "x 16") o medianas (~ 18 "x 24" o 24 "x 32"), son una herramienta que utilizan los

¹⁸ Un código QR (quick response barcode, «código de barras de respuesta rápida») es un sistema para almacenar información en una matriz de puntos o un código de barras bidimensional.

¹⁹ Originalmente era el acrónimo para Physics Education Technology (Física Educación Tecnología), aunque actualmente incluye simulaciones de muchos temas además de Física.

físicos “para elaborar ideas individualmente y en colaboración, y para presentar esas ideas, tanto para el debate público como para la crítica de ideas tentativas y para la comunicación de ideas más completas” (McPadden y McKagan, 2017: párr.1).

Esta técnica se puede adoptar para el desarrollo del método de aprendizaje basado en problemas porque los objetivos que se persiguen al utilizarla es trabajar ideas en colaboración o individualmente, hacer públicas las ideas para que los compañeros puedan aprender de ellas y darles su opinión; los cuales son los roles que juegan los estudiantes en el ABP. Además de que el instructor puede enunciar el problema a analizar a través de estas.

2.1.1.5 Beneficios del modelo de aula invertida

Estudios y proyectos de investigación que sobre este modelo pedagógico se han llevado a cabo según el TEMOY/ OBINED (2014) han llegado a una serie de conclusiones comunes sobre cuáles son los distintos beneficios que aporta el modelo de aula invertida para el estudiante, entre ellos se destaca:

- Los estudiantes, en su mayoría, obtienen mayores logros de aprendizaje.
- Existe una mayor participación del alumnado.
- Aumenta la motivación del estudiante.
- Genera una mayor satisfacción del profesorado.
- Produce una mayor interacción del profesorado con los estudiantes.
- Requiere en el alumnado, un entrenamiento previo. (p.10)

2.1.1.6 Inconvenientes del modelo de aula invertida

Frente a los beneficios existentes, mencionados anteriormente por TEMOY/ OBINED, también se han puesto de relieve desventajas y críticas al modelo. Entre ellas se pueden mencionar las siguientes:

- Puede suponer una barrera para aquellos alumnos que no tienen acceso a un ordenador o a una conexión a Internet en su casa, y una desventaja frente a los alumnos que sí lo tienen.

- Exige la implicación de los alumnos para que tenga éxito porque si no han trabajado previamente los materiales, la clase no será provechosa.
- Implica mucho más trabajo tanto para el profesor como para el alumno ya que les obliga a realizar actividades adicionales al trabajo presencial (por ejemplo, la grabación y edición de los vídeos para los primeros o la resolución de cuestionarios de control para los segundos).
- Se incrementa el tiempo frente a una pantalla en detrimento de la relación con otras personas.
- No todos los alumnos tienen la misma capacidad para aprender de forma autónoma a través de vídeos o vodcasts (2014: 22).

2.2 Aspectos Pedagógicos

2.2.1 Aprendizaje conceptual, ideas previas y evolución conceptual

El aprendizaje de un concepto, según Gagné (1971) implica la posibilidad de acceder en la memoria a los conceptos componentes representados en la definición del concepto que se debe aprender, junto con la capacidad del estudiante de representarse la sintaxis del enunciado que expresa la definición. Esto se logra a través de las condiciones externas que consisten en la representación del enunciado. Las palabras actúan como pista para poder acceder a los conceptos componentes en la memoria del que aprende.

Esta es una concepción empirista de la adquisición del conocimiento. De acuerdo a esta definición, el conocimiento se construye siempre en un único sentido, a partir de la experiencia, a través de una cadena que lleva desde los estímulos sensoriales al conocimiento de principios o a la resolución de problemas. Sin embargo, el conocimiento conceptual que el estudiante aprende en la clase de ciencias en el nivel superior, no gana su significado a partir de la conexión con datos sensoriales de acuerdo con una cadena estímulos sensoriales-concepto, sino a través de las relaciones que se establecen con las ideas que el alumno ya posee. Algunas de ellas de gran generalidad (Finley, 1983: 50).

Entonces, para establecer una definición de aprendizaje conceptual, para los efectos de este trabajo, es preciso tomar en consideración la importancia que, dentro de las teorías de Ausubel²⁰ y del esquema, se concede a la movilización de ideas generales de gran estabilidad a las que hay que conectar la información que se presenta al alumno. De ahí que los conceptos científicos se pueden introducir relacionándolos con otros más generales. La presión manométrica, por ejemplo, se aborda con relación al concepto más general de presión.

Po tanto, el aprendizaje de conceptos científicos resulta de la interacción entre las ideas que ya posee el estudiante y la información científica que se le presenta. Así el estudiante activa esquemas que le permiten asimilar la información para lograr la comprensión de los conceptos científicos, es decir, alcanzar un aprendizaje significativo de dichos conceptos. Por lo que es vital prestar considerable cuidado a las ideas previas. Pero, ¿Por qué proporcionar mucha atención a las ideas previas para el aprendizaje de conceptos?

De acuerdo a sus experiencias, todo sujeto puede reconocer características y construir modelos sobre lo que observa en el comportamiento de los sucesos, de las personas o de sí mismo. Este conjunto de particularidades identificadas de las experiencias, sumergidas a la vez en un ambiente cultural y fenomenológico determinado, conforma en el individuo ideas previas con las cuales está en posibilidad de predecir sucesos y conductas, además de construir una perspectiva sobre la organización del mundo que le rodea al dotarle de significado (Pozo, 1999).

En el proceso del aprendizaje de conceptos científicos, una de las dificultades para ello radica en las ideas que los estudiantes han construido y que en muchos casos son incontables o insuficientes, para comprender los conceptos científicos que se les presentan en clase. Por ejemplo, cuando a un estudiante se le explica cierto concepto científico (v. g. presión), trata de

²⁰ Teoría del Aprendizaje Significativo aborda todos y cada uno de los elementos, factores, condiciones y tipos que garantizan la adquisición, la asimilación y la retención del contenido que la escuela ofrece al alumnado, de modo que adquiera significado para el mismo (Ausubel, 1976: 43).

asociarlo con el significado que tiene de éste como resultado de sus ideas previas (Gómez C. y Pozo M., 1999: 95).

Lehrman (1982) afirma que la mayoría de docentes pasan desapercibidas las ideas previas de los estudiantes; incluso, las dificultades de comprensión que se originan en los alumnos a causa de ellas. Debido a que éstas pueden encontrarse entre los profesores y en algunos libros de texto, para el docente debería ser fundamental identificarlas en sus alumnos antes de tratar algún tema, con el objetivo de planear y adecuar una estrategia de enseñanza acorde a las necesidades de aprendizaje de los estudiantes para que puedan transformar, gradualmente, sus ideas y sean más próximas a las aceptadas por la ciencia (p.519).

Aún es difícil establecer el origen de las preconcepciones de los sujetos. Sin embargo, se tiene presente la influencia de los fenómenos físicos cotidianos que experimentan en diferentes contextos, donde juegan un papel importante las experiencias sensoriales que les llevan a construir lo que algunos autores denominan “física intuitiva” (Carrascosa, 2005: 193).

Investigadores²¹, han identificado en los resultados de sus trabajos varios aspectos de las ideas previas que sugieren por qué son influyentes en los estudiantes al momento de construir explicaciones o de estudiar conceptos científicos. Algunas de estas características son: se resisten a ser transformadas, pero esto no significa que no se puedan modificar; son de carácter implícito, puesto que los alumnos las emplean sin que sean conscientes de los esquemas y teorías que utilizan; tienden a estar ligadas al contexto bajo el cual se presenta cierto fenómeno. Así, sucesos que pueden considerarse semejantes desde el punto de vista científico son interpretados diferentemente por los estudiantes y, en consecuencia, elaboran explicaciones particulares del mismo fenómeno cuando el contexto fenomenológico cambia (Driver, 1998: 114).

²¹ Tesis de maestría de Gallegos (1998), bajo el título: Formación de conceptos y su relación con la enseñanza de la Física. Universidad Nacional Autónoma de México, Distrito Federal, México.

Tesis de maestría de Vega (2015) titulada: Evaluación de ideas previas de estudiantes del bachillerato sobre la ecuación de Bernoulli. Universidad Nacional Autónoma de México, Distrito Federal, México.

La investigación relacionada con las ideas previas data de los años setenta y ha puesto ampliamente de realce su importancia en la enseñanza y el aprendizaje de la ciencia. Por ser consideradas como un mecanismo de adaptación al medio es indispensable tomarlas en cuenta en cualquier ámbito del conocimiento (Bello, 2004: 210).

A inicios esas ideas no científicas recibieron nombres que tenían connotaciones negativas, como concepciones erróneas, preconceptos o errores conceptuales. En la actualidad se usan términos más neutros: ideas previas, ideas ingenuas, teorías espontáneas, ciencia intuitiva, ciencia de los alumnos o marcos alternativos (Par@ Educar, s.f., párr.3).

Aunque algunos autores consideran que pueden existir ideas previas relativamente aisladas. Otros, la mayoría, afirman que no lo son, al contrario implican la formación de una red conceptual (semántica) o esquema de pensamiento más o menos coherente, pero diferente al esquema conceptual científico. Denominado por los investigadores educativos como esquema representacional (Bello, 2004: 210-211).

Si los estudiantes encuentran información que contradiga sus esquemas representacionales, les es difícil aceptarla, porque les parece errónea. Entonces la ignoran, la rechazan, no creen en ella, la reinterpretan a la luz de sus propios esquemas representacionales, o bien, llegan a aceptarla haciendo sólo pequeños cambios en sus concepciones, es decir a conceptos más cercanos a los aceptados por la comunidad científica. A esta transformación se le ha denominado cambio conceptual, desde los años 80 (Mulford y Robinson, 2002: 739).

Debido a que la concepción misma del cambio conceptual se ha modificado a lo largo de la historia, hoy se cuenta con numerosas posturas, desde las más radicales que proponen la sustitución total de las ideas previas por los conceptos científicos, hasta las que aceptan la modificación gradual y parcial de las ideas de los estudiantes, llegando a considerar la coexistencia dual o múltiple de concepciones en el alumno, cuyo uso estará determinado por el contexto social (Bello, 2004: 210).

Según Barón (2009) el cambio conceptual comprende la posesión del conocimiento y la regulación del mismo, es decir, su establecimiento, flexibilización y monitoreo constante en forma de planes encaminados a objetivos específicos y sistemáticos. Para lograr tal modificación de los conceptos se debe contar tanto con la maduración biológica como con la experiencia; siendo influenciado el proceso por la práctica, la enseñanza directa, la habituación y el contexto (p.76).

En este proceso, los nuevos contenidos adquieren significado para el sujeto produciéndose una transformación de las ideas de anclaje, en su estructura cognitiva. Resultan ser progresivamente más diferenciados, elaborados y estables. La adquisición de los nuevos significados, es un proceso natural en el que el paso siguiente es su retención y el olvido de todos aquellos conocimientos (ideas de anclaje) que van quedando obsoletos por falta de funcionalidad.

Rodríguez (2008) afirma que en el proceso ausubeliano de formación de conceptos, la experiencia ejerce un papel determinante, ya que es a través de sucesivas etapas y contactos con los objetos y eventos, como puede establecerse la generalización. La comprensión de las leyes físicas, por ejemplo; no es posible si no se han aprendido de manera significativa los conceptos, leyes y principios de forma representacional, conceptual y proposicional (p.78).

2.2.2 Enseñanza de la mecánica de fluidos

En estos últimos treinta años, la enseñanza de la Física ha avanzado en lo concerniente a su didáctica, pese a ese avance importante, esta disciplina en particular no ha logrado ser parte de la cultura del hombre común. Esta deficiencia, se relaciona con el divorcio existente entre la Física enseñada y la Física cotidiana (Martín; Maiztegui y Capuano como se citó en García, O. y Ballesteros 2008: 1).

El estudio de la Física en la Universidad Nacional Autónoma de Honduras se inicia con la asignatura de Física General I, la cual forma parte del plan de estudios de los diferentes

programas de ingenierías, así como de otras carreras, entre ellas las licenciaturas en Física y Matemática. De acuerdo con el programa para dicho espacio formativo (ver anexo E), un capítulo importante, que forma parte del contenido a ser abordado es el de mecánica de fluidos, debido a que proporciona los fundamentos y herramientas necesarios para diseñar y evaluar equipos y procesos en campos tecnológicos tan diversos como el transporte de fluidos, generación de energía, control ambiental, vehículos de transporte, estructuras hidráulicas, etc.

Tales fundamentos se refieren a la naturaleza de los fluidos y de las propiedades que los describen; las leyes físicas que gobiernan su comportamiento, la expresión matemática de estas leyes y las diversas metodologías que pueden emplearse en la solución de los problemas. Entonces, el poder lograr su comprensión se vuelve un caso de vital importancia.

Pero la comprensión de la mecánica de fluidos no es tan trivial como en algún momento podríamos ser tentados a pensar, incluso para los hombres que contribuyeron a la comprensión de su naturaleza y comportamiento significó la realización de un magno esfuerzo, porque, como lo afirmó Galileo (1615): “Más fácil me ha sido encontrar las leyes con que se mueven los cuerpos celestes, los que están a millones de kilómetros, que definir las leyes del movimiento del agua, que corre frente a mis ojos”.

A pesar de que el discurso en educación desde los años setenta destaca la importancia de la enseñanza centrada en el alumno, del aprender a aprender y del aprendizaje significativo, el estudio de la mecánica de fluidos se sigue abordando bajo el paradigma de enseñanza tradicional, contribuyendo de este modo a que el estudiante universitario tenga ciertas ideas alternativas correspondientes a conceptos relacionados con la presión hidrostática, el principio de Arquímedes en el contexto de la flotación y el teorema de Bernoulli y no alcance un nivel satisfactorio en la comprensión de esta temática, y es que la comprensión requiere de un alto nivel cognitivo, el cual se alcanza con los años a través de ciertos patrones de razonamiento formal; pero estos patrones no los promueve la enseñanza tradicional.

Actualmente los estudiantes perciben las ciencias naturales como algo irrelevante para sus proyectos de vida, lo cual se puede deber a que comúnmente la asignatura se imparte como clase magistral, por lo que se debe reconocer, que los métodos de enseñanza y las formas variadas de presentar la instrucción por el docente, pueden hacer la diferencia entre un aprendizaje significativo en el estudiante. Los profesores deben ser capaces de guiar a otros en su aprendizaje y por lo tanto deben tener un grado relativamente alto de acercamiento con el material; ya que, los estudiantes a menudo no reconocen el papel fundamental de los razonamientos, ni entienden lo que constituye una explicación en la física (Ivanjek, Shaffer, McDermott, Planinic, y Veza, 2015: 89).

Cuando se tiene claro que, la capacidad de razonamiento de los estudiantes es un proceso que toma su tiempo, se utilizan modelos adecuados para no forzar los mismos. Es así que surge la necesidad de validar estrategias didácticas que sean atractivas y novedosas que le den vuelta al modelo tradicional de enseñanza y de esa manera lograr la motivación y por ende un buen nivel de aprendizaje conceptual de la unidad mecánica de fluidos en los estudiantes de física general para estudiantes de ciencias e ingeniería.

Desde esta perspectiva, al sistema educativo moderno se le plantea el reto de formar personas altamente preparadas, y con flexibilidad mental para adaptarse a los cambios que ocasiona la introducción de nuevas tecnologías. Estamos en un momento en que se ha perdido la idea de una carrera para toda la vida, por lo que es urgente darle la real importancia a la formación de los estudiantes, de manera que puedan tener unos conocimientos afianzados, por ejemplo los que son suministrados por asignaturas básicas como la Física.

Como lo afirma Reif (1995) la enseñanza es un problema que requiere transformar un sistema S (el estudiante) desde un estado inicial S_i a un estado final S_f . Para ello, es necesario hacer un análisis de los objetivos finales a los que se pretende llegar, conocer su estado inicial, y diseñar el proceso para llevarlos del estado inicial al final. De acuerdo a esto las innovaciones

en el uso de metodologías didácticas representan un pilar fundamental en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la mecánica de fluidos, como una unidad que forma parte del estudio de la Física en el nivel superior (p.1).

2.3 Aspectos Disciplinarios

2.3.1 Historia de la mecánica de fluidos

La Historia de la mecánica de fluidos es inherente a la manera en que se ha ido desarrollando la historia misma de la civilización debido a la importancia que tiene el agua en la constitución de plantas y animales. Por ejemplo, la cantidad de agua en el cuerpo humano puede variar desde el 50 al 75%. En la distribución superficial del planeta Tierra se estima que aproximadamente un 71 % es agua y el 29 % restante corresponde a la masa continental, de ahí el gran valor que adquiere éste líquido en el desarrollo de la vida humana y en general de la vida en el planeta.

A lo largo de la historia de la humanidad hasta nuestros días se han hecho aportes teóricos y aplicaciones técnicas hasta convertir a la Mecánica de Fluidos en una rama de estudio indispensable en el campo de la ingeniería. Surgiendo entonces, por la necesidad del hombre de utilizar el agua para satisfacer necesidades básicas corporales y domésticas; la utilización de vías marítimas o fluviales para el transporte y cruce de ellas; la irrigación de cultivos; la defensa contra las inundaciones y el aprovechamiento de la energía de corrientes.

Existen evidencias arqueológicas de una civilización que vivió por los años 5000 a.C. entre los ríos Tigris y Éufrates, región ahora conocida como Irak, quienes mostraron grandes avances en el manejo de ríos con el fin aumentar la producción en sus plantaciones, para lo cual construyeron canales y sistemas de regadío. En otras regiones de Asia, hoy ocupadas por China e India, en los años 3000 a.C. vivieron civilizaciones que establecieron relaciones entre las estaciones del año con el agua y el aire. Estos primeros aportes prácticos originados por la necesidad de las personas en mejorar las condiciones de vida hicieron que el origen de la

mecánica de fluidos se suscitara de forma empírica, dando lugar a lo que hoy día se conoce como hidráulica.

Haciendo un breve recuento histórico del desarrollo de la mecánica de fluidos desde las antiguas civilizaciones como la griega y egipcia, donde prevalecían las ideas de Aristóteles en torno a la concepción del mundo, hasta llegar a la obtención del modelo más general sobre dinámica de fluidos conocido como ecuaciones de Navier-Stokes (1819-1903) se destacan algunos de los personajes más notables, obviamente sin restar mérito a los no mencionados.

Tales de Mileto (640-546 a.C.), consideraba que el elemento primordial de la constitución del mundo es el agua. Anaximandro, creía que existían cuatro cualidades o sustancias primarias, lo caliente, lo húmedo, lo frío y lo seco, que se mantienen en cambio cíclico. Anaxímenes (siglo VI a.C.) proponía que el elemento primordial era el aire, que en su estado habitual conforma la atmósfera, pero puede condensarse para formar agua o tierra.

Según la concepción de movimiento de Aristóteles (384–322 a.C.), éste se clasificaba en natural y violento. De acuerdo con Sepúlveda (2003) el natural es diferente para los cuerpos según su perfección. En cuanto a la materia, Aristóteles decía que era continua, constituida por cuatro elementos simples: tierra, agua, aire y fuego cuyo movimiento natural es imperfecto rectilíneo. La concepción que él tenía del vacío, fue fundamental para el desarrollo de la mecánica de fluidos con Torricelli.

Aristóteles planteaba que si no hay un medio, es decir la resistencia es igual a cero, entonces el movimiento tendería a ser infinito en velocidad, lo cual resulta imposible y de ahí concluye que el movimiento en el vacío es irrealizable e inconcebible, lo cual le permite rechazar el vacío y da origen a lo que se conoció como “horror al vacío”²² (Sepúlveda, 2003: 21).

²² También conocido como “horror vacui” donde se dice que la naturaleza aborrece el vacío. Porque no es natural que el espacio este vacío de materia y por tanto esta se desplazará para llenar cualquier espacio vacío.

Arquímedes (287-212) es considerado como uno de los más grandes hombres de ciencia del mundo antiguo por sus descubrimientos en geometría, aritmética, física e ingeniería.

Se le debe a Arquímedes el haber aplicado las matemáticas a la mecánica.

Udías (2004) menciona dos de sus obras conocidas²³, en las que se presentan definiciones y postulados como los siguientes: “Un fluido es continuo y cada parte está comprimida por las partes del fluido que están sobre ella en dirección perpendicular”; “Un sólido más ligero que un fluido se hunde hasta que el peso del sólido es igual al peso del fluido desalojado”.

El segundo es el postulado número cinco y lleva su nombre, siendo de gran valor en el presente trabajo. Éste se originó, gracias a la solución del problema de la corona del Rey Herón, hecho considerado por su gran valor histórico y didáctico en la enseñanza de la física, ya que dicho episodio se puede tomar como elemento motivador y de aprendizaje.

El nacimiento de la Mecánica de Fluidos ocurrió bien al comienzo de la civilización, pero luego al inicio de la Era Cristiana y coincidente con la caída del Imperio Romano; el avance en Mecánica de Fluidos fue detenido. El panorama general para la civilización en esa época fue de adormecimiento.

Aun cuando fue larga, felizmente esa era de atraso y destrucción cesó. A finales del siglo XV, con el inicio del periodo conocido como Renacimiento²⁴, soplaron nuevos aires y Europa comenzó a redescubrir los conocimientos almacenados de Grecia y Roma. Así se dio el surgimiento de la ciencia moderna con una completa revisión de las ideas aristotélicas y el apareamiento de la observación y sobre todo la experimentación de los fenómenos naturales.

En éste resurgimiento de la ciencia se destacan algunos nombres como: Copérnico (1473-1543) con su teoría heliocéntrica; Tycho Brahe (1546-1601) con sus observaciones astronómicas del movimiento planetario; Kepler (1571-1630) con las leyes del movimiento

²³ Un libro acerca de estática “Sobre el equilibrio de los planos” y otro de hidrostática “Sobre cuerpos flotantes”.

²⁴ Movimiento cultural y político basado en el humanismo, doctrina con la que se da una nueva visión del hombre y el universo. El hombre se considera como el centro del universo y capaz de desarrollar todas sus posibilidades tanto en las artes como en las ciencias.

planetario y Galileo Galilei (1564-1642), este último sin lugar a dudas el más importante detractor de Aristóteles. Galileo es considerado el padre de la ciencia moderna, donde se matematiza la naturaleza y cobra vida la experimentación, originando así la llamada “tradicción mecanicista²⁵”; Las ideas básicas de Galileo eran la fundamentación en el experimento y la observación y la expresión de las regularidades encontradas en los cuerpos en forma matemática.

En este orden de ideas se da paso a Evangelista Torricelli (1608-1647), alumno de Galileo y parte del grupo de estudiosos que plantean una visión del mundo mecanicista alejada de la concepción aristotélica en la que no se aceptaba la existencia del vacío. En esta época, el efecto de la succión y su acción en las jeringas y bombas se explicaba mediante la hipótesis aristotélica del “horror vacui”; Sin embargo, según Papp (1993), un fenómeno parecía contradecir tal suposición. En las bombas de aspiración el agua no seguía al pistón a más de 10 m 33 cm, como lo comprobaron los jardineros florentinos al excavar un pozo profundo.

Galileo, trató de explicar el fenómeno argumentando que la columna de agua se rompía bajo su propio peso al igual que lo haría una barra de hierro, el horror al vacío tendría un límite medible de intensidad el cual era proporcional a la densidad de la columna líquida. Para verificar esta hipótesis Torricelli,

ensayó medir la repugnancia al vacío en un tubo de más de un metro de longitud, lleno de mercurio y sumergido, con el extremo abierto en una vasija repleta con el mismo metal, la columna descendió hasta alcanzar 76 cm, confirmando espléndidamente su previsión: por encima de la columna había pues vacío en el tubo, el vacío torricelliano. (Papp, 1993: 150)

²⁵ En la que el mundo real es el de los cuerpos en movimiento que puede describirse matemáticamente. En esta nueva visión, los fenómenos naturales se describen en términos mecánicos, es decir, movimiento y choque de cuerpos que se mueven en el vacío.

La explicación dada por Torricelli, partió del hecho de descartar la hipótesis del horror al vacío y a cambio, la columna de mercurio equilibraba y medía la presión atmosférica. De esta manera se estableció el principio barométrico²⁶ y el dispositivo utilizado se llamó barómetro.

Posteriormente en 1646, el francés Blaise Pascal (1623-1662), emprendió la tarea de comprobar experimentalmente la teoría de Torricelli, midiendo la presión atmosférica al pie de la montaña Puy-de-Dome con 1465 m de altura y en la cima de ésta con el barómetro de mercurio esperando encontrar un mayor valor en la parte más baja que en la parte alta, como efectivamente sucedió y de ésta manera la teoría de Torricelli se verificó. Con ello quedó demostrado que el aire tiene peso.

También se comprobó la existencia del vacío, el cual quedaba en la parte alta del barómetro, concluyendo que éste, “(...) no es imposible en la naturaleza y ella no lo aborrece con tanto horror como muchos se lo imaginan” (Udíás, 2004: 129). Otro aporte de Pascal a la hidrostática fue el principio que lleva su nombre, el cual, es la base de muchas aplicaciones tecnológicas, entre ellas la prensa hidráulica, dispositivo que actúa como una máquina multiplicadora de fuerzas.

La elasticidad del aire fue investigada por el físico y químico inglés Robert Boyle (1627-1691). Averiguó este comportamiento del aire y el mercurio a presiones superiores e inferiores a la atmosférica, estableciendo la ley que publicó en su tratado “La defensa de la doctrina referida a la elasticidad y al peso del aire” publicada en 1662 (Daniushenkov & Corona, 1991: 67).

Según Papp (1993) el alemán Otto Von Guericke (Alemania 1602-1686), realizó una serie de experimentos con el fin de demostrar el vacío, los cuales conducen a la invención de la bomba neumática. Uno de estos experimentos fue llevado a cabo frente al emperador Fernando

²⁶ Este principio establece que la altura de la columna de mercurio varía de un lugar a otro con la altitud y su equilibrio se debe a la presión atmosférica

III de la dinastía de Habsburgo y su corte, con el cual demostró que la presión atmosférica que pesa sobre un recipiente vaciado, podía ejercer una gran fuerza mecánica. “Las investigaciones de Guericke convirtieron el aire atmosférico en un objeto tangible, susceptible de ser introducido en un recipiente o eliminado de un espacio confinado, a la par de un cuerpo líquido o sólido” (pág. 153).

Con los trabajos de Torricelli, Pascal y la definitiva proeza de Guericke queda derrotada la concepción Aristotélica del vacío y ahora pasa a ser soporte de la física mecanicista la cual se fundamenta en la experimentación. En esta etapa de ciencia normal²⁷, bajo esta nueva visión de las ciencias cuyo fundamento se encuentra en la matemática, el inglés Isaac Newton (1642-1727), hizo su aporte al desarrollo de la ciencia en diversos campos como la mecánica, la óptica, las matemáticas entre otros.

Pero en cuanto a la mecánica de fluidos le dio un gran impulso al desarrollar las leyes generales del movimiento y la ley de resistencia viscosa lineal para los fluidos hoy llamados en su honor Newtonianos. También, James Jurin (1684-1750), médico y matemático británico formuló la ley que lleva su nombre y establece la relación entre la altura que alcanza un líquido cuando asciende por el interior de un tubo capilar y el diámetro del mismo (White, 2004).

De la época de Newton a la actual, han sido muchas las contribuciones al desarrollo de la mecánica de fluidos, pero no es el objetivo detallar minuciosamente todo este acontecer histórico, tan solo se hace referencia a los nombres más destacados desde los fines didácticos del trabajo. Para finalizar con este recorrido histórico, se dará únicamente el nombre y las generalidades de otros científicos que participaron en la construcción de tan importante ciencia.

En siglo XVIII, los matemáticos Daniel Bernoulli, Leonhar Euler, Jean D’Alambert, Louis Lagrange y Simón Laplace, obtuvieron soluciones a problemas que implican flujos no viscosos.

²⁷ La ciencia normal, según Kuhn (1962), “es la etapa durante la cual la comunidad científica sabe cómo es el mundo” (p.26)

Euler desarrolló las ecuaciones diferenciales del movimiento de flujos incompresibles no viscosos. Posteriormente las integró y dedujo lo que actualmente se conoce como ecuación de Bernoulli. D’Alambert propuso su famosa paradoja, según esta, los cuerpos inmersos en un flujo no viscoso tienen resistencia nula. Estas teorías son muy atractivas, pero en la práctica resultan irreales debido a la presencia de la viscosidad, por lo tanto, los ingenieros de la época las rechazaron e hicieron trabajos empíricos dando paso a la hidráulica (Çengel y Cimbala, 2006: 8).

Cuando finalizaba el siglo XIX se dio la unificación entre hidráulica e hidrodinámica. William Froude (1810-1879) y su hijo Robert (1846-1924) desarrollaron leyes para modelos a escala; Lord Rayleigh (1842-1919) propone la técnica de análisis dimensional; Osborne Reynolds (1842-1912) publicó un experimento con el que muestra la importancia de los efectos viscosos a través de un parámetro llamado en la actualidad el número de Reynolds.

Por otro lado la teoría de los flujos viscosos desarrollada por Navier (1785-1836) y Stokes (1819-1903), donde se añade los términos viscosos a las ecuaciones de movimiento, permanecía olvidada debido a su dificultad matemática. Desde este panorama el ingeniero alemán Ludwig Prandtl (1875-1953), publicó su trabajo sobre la capa límite permitiendo así comprender el comportamiento de los flujos poco viscosos dividiéndolos por capas y convirtiéndose esta herramienta en la más importante en el análisis de flujos.

Actualmente la mecánica de fluidos avanza en el campo computacional, mediante simulaciones que han permitido aplicar resultados en diversos campos de la ciencia y la tecnología como ser la aviación, el desarrollo de turbinas, barcos; al diseño de tuberías, misiles, motores, el control de inundaciones, el transporte de crudo entre otras, convirtiéndose en un enfoque especial para estudiar el comportamiento de los líquidos y los gases.

2.3.2 Conceptos fundamentales con relación a los fluidos

A propósito, para el estudio de los fluidos es necesario tener en consideración que bajo condiciones específicas, se les puede caracterizar y predecir su comportamiento a través de la posesión de propiedades físicas como:

2.3.2.1 Densidad. Es una propiedad intrínseca de la materia y a la cual nos referimos con mucha frecuencia en la cotidianidad. La densidad de una sustancia se define como la masa por unidad de volumen y se representa con la letra griega ρ (rho). La relación matemática para calcular la densidad es:

$$\rho = \frac{m}{v} \quad (2.1)$$

Donde m es la masa de la sustancia y v el correspondiente volumen.

La unidad de densidad en el Sistema Internacional de medidas es $\frac{Kg}{m^3}$, pero es muy frecuente expresarla en $\frac{g}{cm^3}$.

2.3.2.2 Peso específico. Es la cantidad de peso por unidad de volumen de una sustancia. Se denota con la letra griega γ (gamma), y está dada por:

$$\gamma = \frac{w}{v} = \rho g \quad (2.2)$$

Donde v es el volumen de la sustancia con un peso w . Las unidades son Newton sobre metro cúbico (N/m^3) en el Sistema Internacional.

2.3.2.3 Gravedad específica. La gravedad específica que es una cantidad adimensional también conocida como peso específico relativo se representa como S . Se define como la relación entre la densidad del fluido y la de un fluido estándar de referencia, que se puede tomar igualmente como la razón entre los pesos específicos.

$$s = \frac{\rho_{fluido}}{\rho_{agua}} = \frac{\gamma_{fluido}}{\gamma_{agua}} \quad (2.3)$$

Para líquidos usualmente se toma como referencia el agua a $4^\circ C$ a una presión atmosférica (Crowe, 2009: 16).

2.3.2.4 Presión. Para definir la presión desde la mecánica de fluidos, se hacen necesarios los conceptos de esfuerzo normal (σ) y esfuerzo cortante (τ).

Çengel y Cimbala (2006), dan las siguientes definiciones:

El esfuerzo se define como fuerza por unidad de área y se determina cuando se divide la fuerza entre el área sobre la cual actúa. La componente normal de una fuerza que actúa sobre una superficie, por unidad de área, se llama esfuerzo normal, y la componente tangencial de una fuerza que actúa sobre una superficie, por unidad de área, se llama esfuerzo cortante, (figura 1.). En un fluido en reposo, el esfuerzo normal se llama presión. Las paredes del recipiente no ejercen el esfuerzo cortante al fluido en reposo y, de este modo, un fluido en reposo se encuentra en estado de cero esfuerzos cortantes. (pág. 3)

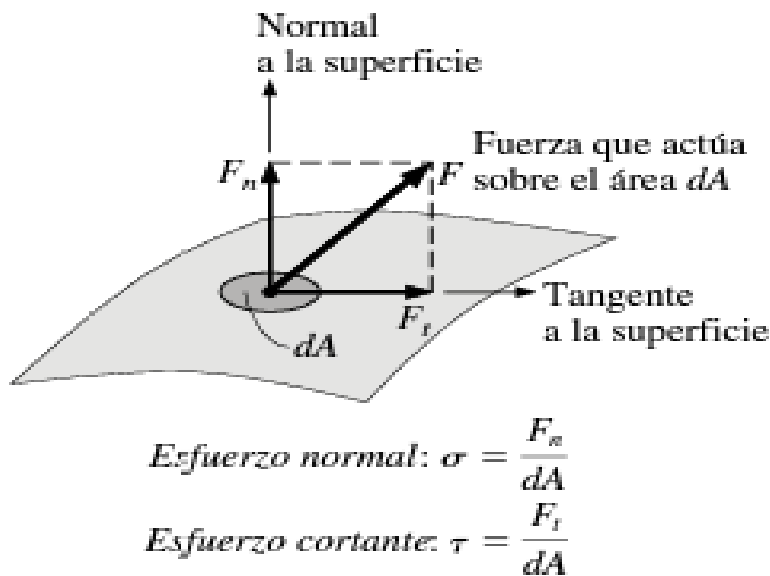


Figura 1: Esfuerzo normal y esfuerzo cortante debido a la fuerza tangente en la superficie de un elemento de fluido. Çengel y Cimbala (2006: 3).

Del concepto de esfuerzo normal, se genera la definición de presión como una fuerza normal ejercida por un fluido por unidad de área.

$$p = \frac{F_n}{A} \quad (2.4)$$

La unidad de presión en el Sistema Internacional es el Pascal, 1Pascal (Pa) = N/m².

El estudio de estos conceptos representa una oportunidad para establecer la diferencia existente entre masa y peso, entre fuerza y presión; términos que cotidianamente son empleados por los estudiantes sin diferenciarlos. La pertinencia y el sentido del lenguaje en los contextos que interactúan los estudiantes, requieren de una comunicación correcta para expresar sus ideas, inquietudes y argumentos, además permite el desarrollo de habilidades procedimentales en la conversión de unidades.

2.3.3 Mecánica de fluidos

Si consideramos a la mecánica de fluidos como la rama de la mecánica que comprende la estática de fluidos y la dinámica de fluidos, su comprensión se vuelve importante debido a que se da la oportunidad de expresar la explicación pertinente a muchos fenómenos en el comportamiento de los fluidos como: el vuelo de los aviones, el movimiento de los fluidos en los sistemas circulatorio y respiratorio, por qué los objetos flotan en el agua, por qué los barcos de acero flotan en el mar, etc. Porque la mayoría de las explicaciones e interpretaciones que hacen los estudiantes de estos fenómenos son incorrectas. De ahí que se busca la apropiación de un lenguaje científico, para que puedan argumentar y encontrar relaciones en la ocurrencia de dichos fenómenos.

2.3.3.1 Estática de fluidos

Al analizar los fluidos en reposo se toma en cuenta que estos ejercen fuerzas sobre cualquier partícula del fluido en todas las direcciones, que las fuerzas aplicadas son iguales en magnitud y perpendiculares a las paredes. Es vital que los estudiantes perciban que el concepto de presión en fluidos es extensivo o análogo a la presión que ejercen las fuerzas sobre los sólidos y superficies; considerando que es independientes de la forma de los recipientes que los contienen. De ahí que resulta productivo considerar algunos principios fundamentales de la hidrostática como: el principio fundamental de la hidrostática, principio de Pascal, principio de Arquímedes, así como los conceptos de presión atmosférica y de presión manométrica.

2.3.3.1.1 Presión hidrostática. Young y Freedman (2012) al hacer la demostración para encontrar la expresión general entre la presión p en cualquier punto de un fluido en reposo y la altura y del punto, plantean que si p_1 y p_2 son las presiones en las alturas y_1 y y_2 respectivamente, y si ρ y g son constantes, entonces

$$p_2 - p_1 = -\rho g(h_2 - h_1) \text{ presión en un fluido de densidad uniforme (2.6)}$$

Suele ser útil expresar la ecuación (2.6) en términos de la profundidad bajo la superficie de un fluido (figura 2). Al elegir el punto 1 en cualquier nivel en el fluido y sea p la presión en ese punto y se ubica el punto 2 en la superficie del fluido, donde la presión es p_0 (el subíndice indica profundidad cero). La profundidad del punto 1 bajo la superficie es $h = y_2 - y_1$. Entonces la ecuación (2.6) se convierte en $p_0 - p = -\rho g(y_2 - y_1) = -\rho gh$ o bien,

$$p = p_0 + \rho gh \quad \text{presión en un fluido de densidad uniforme} \quad (2.7)$$

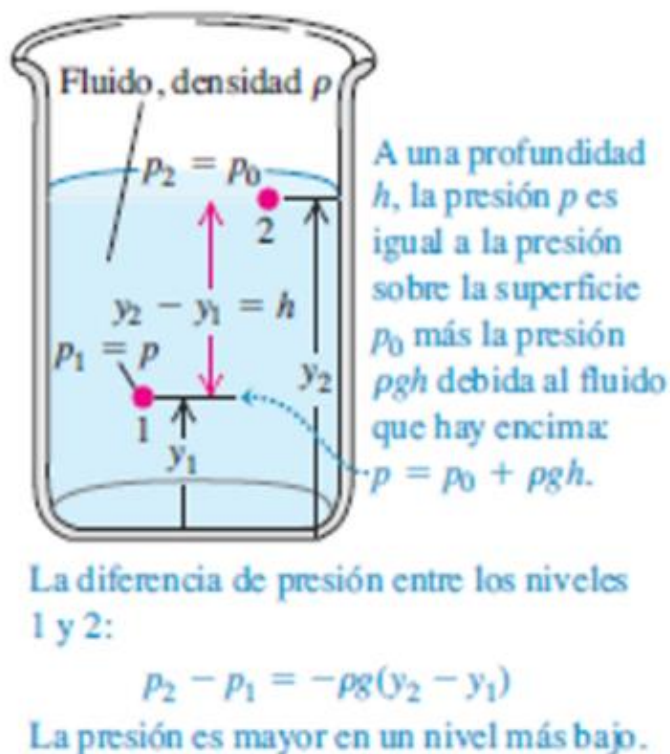


Figura 2: Variación de la presión en función de la profundidad en un fluido con densidad uniforme. Young y Freedman (2012: 377).

La ecuación 2.6, se conoce como ecuación fundamental de la hidrostática y su interpretación es que la diferencia de presión entre dos puntos en el interior de un fluido con densidad y temperatura constante e incompresible, solamente depende de la profundidad. Este enunciado constituye el principio fundamental de la hidrostática, el cual permite comprender el funcionamiento de los vasos comunicantes; así como el del sistema circulatorio humano.

2.3.3.1.2 Principio de Pascal. El principio de Pascal no es un nuevo principio, sino una consecuencia de la ecuación fundamental de la hidrostática y del hecho que la presión en un fluido en reposo permanezca constante en la dirección horizontal.

El científico francés Blaise Pascal (1623-1662) reconoció este hecho en 1653 y lo enunció en la llamada ley de Pascal. Según ésta, la presión aplicada a un fluido encerrado se transmite sin disminución a todas las partes del fluido y las paredes del recipiente.

Este principio y el concepto de presión dado como fuerza por unidad de área, ha sido la base de diversas aplicaciones como: frenos, elevadores hidráulicos, grúas, entre otras pero; la más conocida es el gato hidráulico (figura 3). Aplicaciones que deben de ser consideradas por los docentes, motivo directo para originar conversatorios controvertidos con los estudiantes, ya que al presentarles la utilidad de las ciencias en su cotidianidad puede motivarlos a aprender y por tanto movilizar o reemplazar concepciones erróneas acerca de los fluidos.

La prensa hidráulica consiste en dos depósitos de agua o aceite, comunicados entre sí y provistos de pistones con diferente sección transversal.

El mecanismo, funciona de la siguiente manera: se ejerce una fuerza f_1 sobre el pistón de área pequeña A_1 , generando una presión, la cual se transmite a través del aceite y por el tubo conector al pistón de mayor área A_2 . La presión aplicada según el principio de Pascal se transmite en igual magnitud a todos los puntos del fluido, por lo tanto la presión es la misma en ambos cilindros, por cual tenemos que:

$$P_1 = P_2 \quad \text{entonces} \quad \frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2} \quad (2.8)$$

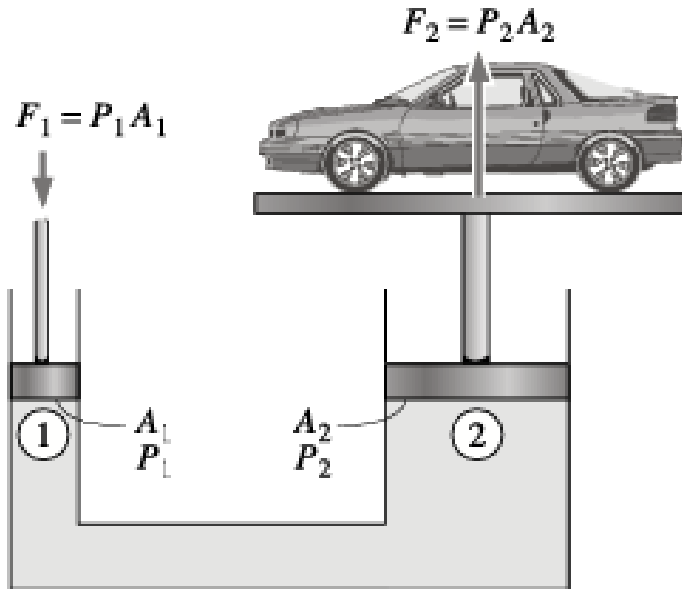


Figura 3: Levantamiento de un peso grande mediante una fuerza pequeña, por aplicación del principio de Pascal. Çengel y Cimbala (2006: 71).

2.3.3.1.3 Principio de Arquímedes. De todos es conocido en la cotidianidad que cuando un cuerpo se sumerge en un líquido, su peso disminuye, esto se debe a que el líquido ejerce una fuerza hacia arriba sobre el cuerpo. Esta fuerza se puede explicar por la diferencia de presiones sobre la superficie del cuerpo (ecuación 2.6). Consideremos la vista frontal de un cuerpo en equilibrio de anchura Δx , altura Δz y profundidad Δy unitaria sumergido en un líquido de densidad y temperatura constantes, (figura 4).

De la figura 4, se puede ver que las presiones horizontales a una determinada profundidad actuando sobre caras paralelas tienen el mismo valor pero se cancelan por simetría, mientras que la diferencia de presión entre la cara inferior y la superior dan lugar a una fuerza hacia arriba, llamada fuerza de flotación o de empuje (no se tiene en cuenta el peso w del cuerpo). Es decir la fuerza de flotación se debe al aumento de la presión en un fluido con la profundidad.

Para encontrar una expresión que permita determinar el valor de la fuerza de flotación F_b , Çengel y Cimbala, (2006) hace el siguiente razonamiento:

Se tiene una placa plana de espesor h sumergida a una profundidad s en un fluido de densidad uniforme ρ_f como indica la figura 5. El área de la superficie superior e inferior de la placa es

A . Las presiones en las superficies superior e inferior de la placa respectivamente son: $p_{sup} = \rho_f g s$ (2.9) y $p_{inf} = \rho_f g(s + h)$ (2.10).

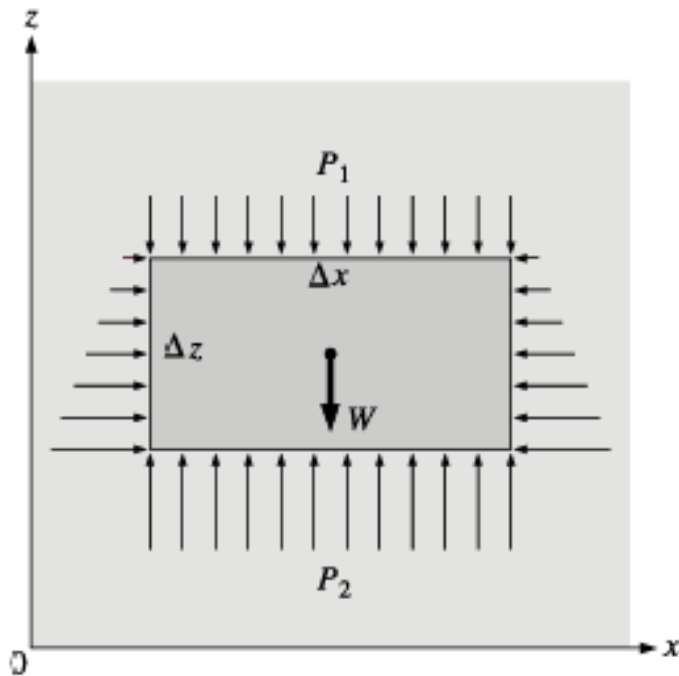


Figura 4: Distribución de la presión sobre las superficies de un cuerpo sumergido en un líquido. Çengel y Cimbala (2006: 69).

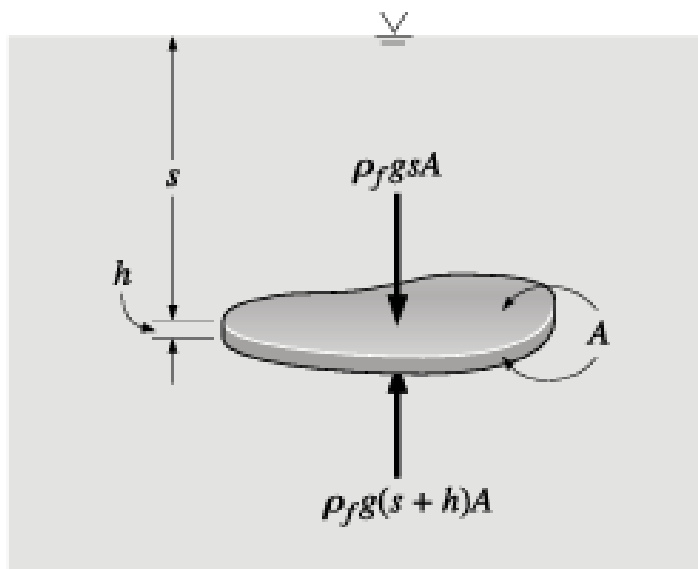


Figura 5: Placa plana de espesor uniforme h en un líquido, paralela a la superficie libre. Çengel y Cimbala (2006: 89).

Las respectivas fuerzas que actúan en las dos superficies consideradas son:

$$F_{sup} = \rho_f g s A \quad (2.11)$$

$$F_{inf} = \rho_f g(s + h)A \quad (2.12)$$

La diferencia entre estas dos fuerzas, es una fuerza neta hacia arriba llamada fuerza de flotación F_b o empuje E

$$F_b = F_{inf} - F_{sup} = \rho_f g(s + h)A - \rho_f gsA = \rho_f ghA = \rho_f gV \quad (2.13)$$

Donde hA corresponde al volumen de la placa.

Analizando la ecuación 2.13, se ve que $\rho_f gV$ es el peso del líquido cuyo volumen corresponde al volumen de la placa, por lo que, Çengel y Cimbala concluyen que la fuerza de flotación que actúa sobre la placa es igual al peso del líquido desplazado por la propia placa. Sí en la figura 5, se sustituye la placa por un volumen igual de fluido y de la misma forma, al estar en equilibrio estático igual que la placa, se concluye que la fuerza de flotación que actúa sobre el elemento de fluido es igual que la que actúa sobre la placa. También el peso w y la fuerza de flotación deben estar sobre la misma línea de acción para que el momento sea cero y se pueda hablar estrictamente de equilibrio estático.

Estas consideraciones se resumen en lo que se conoce como principio de Arquímedes y se expresa como “La fuerza de flotación que actúa sobre un cuerpo sumergido en un fluido es igual al peso del fluido desplazado por el cuerpo y actúa hacia arriba pasando por el centroide del volumen desplazado” (Çengel y Cimbala, 2006: 89).

La fuerza de flotación permite determinar la posición de un cuerpo en el interior de un fluido. Sí un cuerpo flota es porque el peso w del cuerpo debe ser igual a la fuerza de flotación

$$F_b, \text{ es decir, } F_b = w \quad (2.14)$$

$$\text{Pero, } F_b = \rho_f gV_{sum} \text{ y } W = \rho_{prom del cuerpo} gV_{total} \quad (2.15)$$

$$\text{Reescribiendo se tiene } \frac{V_{sum}}{V_{total}} = \frac{\rho_{prom del cuerpo}}{\rho_f} \quad (2.16)$$

De donde se puede concluir que la fracción sumergida del volumen de un cuerpo flotante es igual a la razón de la densidad promedio del cuerpo a la densidad del fluido. Dependiendo del valor de la razón de las densidades, se pueden dar los casos mostrados en la figura 6.

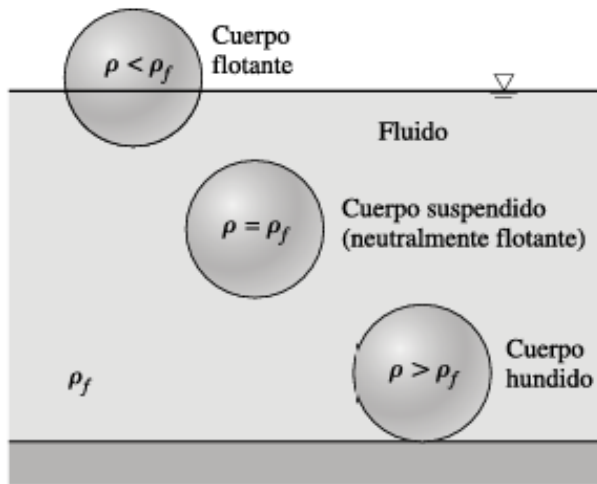


Figura 6: Posición de un cuerpo con respecto a las densidades ρ_f y ρ_{prom} del cuerpo. Çengel y Cimbala (2006: 90).

2.3.3.1.4 Presión atmosférica. Se estudian los efectos de la presión ejercida por el aire sobre nuestro organismo; teniendo en cuenta que actúa en todas las direcciones y disminuye con la altura. A nivel del mar la presión atmosférica es de 98000 Pascales, el cual no nos aplasta; porque los fluidos en nuestro organismo equilibran la presión atmosférica y se mide utilizando un barómetro.

2.3.3.1.5 Presión manométrica. Se define como la presión de los gases encerrados. Se mide con un manómetro, que es un tubo en forma de U abierto a la atmósfera en uno de sus extremos, el cual contiene un líquido y en el otro extremo se conecta a un sistema de presión desconocida. La presión p se llama presión absoluta y la diferencia de presión $p - p_0 = \rho gh$ se llama presión manométrica (Young y Freedman, 2012: 378).

El estudio de la presión atmosférica pretende que los estudiantes reconozcan que el aire, es una sustancia gaseosa y como tal posee propiedades como cualquier otra y comprendan que la interacción del aire en la naturaleza, nos afecta y es la responsable de algunos procesos vitales que se dan en nuestro organismo y en otros seres vivos. Se busca además que se genere sentido de pertenencia por el cuidado del medio ambiente y que se interprete el principio físico

de los manómetros para comprender el funcionamiento de los esfigmomanómetros en la medida de la presión arterial.

2.3.3.2 Dinámica de fluidos

Cuando se tiende a lograr la comprensión de la dinámica de fluidos se debe tener en cuenta que se está realizando la descripción de un flujo de tipo ideal, es decir, incompresible, no viscoso, estacionario y no rotacional; con el fin de facilitar el entendimiento de las variaciones de velocidad y de presión en las distintas partes de un tubo. Así como demostrar a los estudiantes que en el estudio de fenómenos se parte de supuestos (hipótesis), los cuales permiten una interpretación cercana a la realidad.

2.3.3.2.1 Ecuación de continuidad. Conocida como la ley de conservación de las masas, es una herramienta muy útil para el análisis de fluidos que fluyen a través de tubos o ductos con diámetro variable. En estos casos, la velocidad del flujo cambia debido a que el área transversal varía de una sección del ducto a otra. Esto es $A_1V_1 = A_2V_2$. El flujo de entrada es igual al flujo de salida. Siendo A_1 y A_2 las áreas de las secciones rectas; V_1 y V_2 las velocidades respectivas en cada sección. Se mide en m^3/s en el sistema internacional. Si se considera un fluido con un flujo a través de un volumen fijo como un tanque con una entrada y una salida; el caudal de fluido de entrada debe ser igual al caudal de salida, para que se cumpla el principio fundamental de conservación de masa.

2.3.3.2.2 El teorema de Bernoulli. Enunciado por el matemático y científico suizo Daniel Bernoulli. Este teorema, es consecuencia del principio de conservación de la energía, afirma que: la energía mecánica total de un flujo ideal, el cual se supone incompresible, irrotacional y no viscoso es constante a lo largo de una línea de corriente. Las líneas de corriente son líneas de flujo imaginarias que siempre son paralelas a la dirección del flujo en cada punto, y en el caso de flujo uniforme coinciden con la trayectoria de las partículas individuales de fluido.

Para los estudiantes lo fundamental es utilizar el teorema de Bernoulli, para explicar los cambios de presión, de velocidad y energía cuando un fluido se desplaza por tubos de distintos diámetros e interpretar la relación entre los efectos de la presión, la velocidad y la gravedad, e indicar que la velocidad aumenta cuando la presión disminuye.

La ecuación matemática que representa el teorema de Bernoulli, como resultado del proceso demostrado por Young y Freedman (2012) es:

$$p_1 - p_2 = \frac{1}{2}\rho(v_2^2 - v_1^2) + \rho g(y_2 - y_1) \quad (2.17)$$

En una forma más práctica, la ecuación 3.17, se puede expresar como:

$$p_1 + \rho g y_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 = p_2 + \rho g y_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2 \quad (2.18)$$

En vista de que los subíndices 1 y 2 representan a dos puntos cualesquiera del tubo de flujo, también se puede escribir como: $p + \rho g y + \frac{1}{2}\rho v^2 = constante$ (2.19).

Para un flujo ideal (cuya densidad es ρ) a través de un tubo horizontal, la ecuación de Bernoulli adopta la forma: $p + \frac{1}{2}\rho v^2 = constante$ (2.20)

Ya que la suma de los dos términos da un valor constante, entonces cuando la presión P aumente, la velocidad v disminuye, y viceversa.

Entonces en un flujo horizontal el término gravitacional desaparece y establece un mecanismo de explicación con las variables presión y velocidad para hechos como el origen de la voz, el funcionamiento del carburador, el tiro de chanfle en el fútbol, el soplador mágico, el atomizador, entre otros.

Una de las dificultades en la enseñanza y comprensión de la ecuación de Bernoulli es, por ejemplo, que no se identifica cómo se determinan las presiones que conforman cada término de ella, así como su significado físico. Por ello, brevemente se referirán estos aspectos que deberían considerarse en el estudio de esta ecuación.

Al interpretar la ecuación 2.17 en términos de presiones. El primer término de la derecha es la diferencia de presión asociado al cambio de rapidez del fluido; el segundo término a la derecha es la diferencia de presión adicional causada por el peso del fluido y la diferencia de altura de los dos extremos.

En la ecuación 2.19, el término $p + \rho gh$ se identifica como la presión potencial; mientras que el término $\frac{1}{2} \rho v^2$ corresponde a la presión dinámica del flujo. A la vez, la suma de estos elementos conforma la presión total del flujo que, en el caso de un flujo confinado al cual no se le transfiera energía extra, es constante a lo largo de una línea de corriente (Anderson y Eberhardt, 2001: 231).

En la expresión 2.20 la presión dinámica está representada por el término $\frac{1}{2} \rho v^2$; mientras que la presión potencial corresponde a la presión estática p . A la vez, la suma de estos términos conforma la presión total del flujo.

Capítulo 3: Metodología de Investigación

3.1 Enfoque de investigación

Este Trabajo se desarrolló desde un enfoque cuantitativo. Buscando determinar en qué medida un aula invertida, favorece el aprendizaje conceptual de mecánica de fluidos de estudiantes de educación superior. Se diseñó un pre y post-test con un solo grupo para determinar en cuanto evoluciona el aprendizaje conceptual de la mecánica de fluidos invirtiendo los momentos del proceso de enseñanza mediante la utilización de herramientas multimedia (video tutoriales) para el antes de la clase, y técnicas de trabajo colaborativo (peer instruction, Phet de colorado) para la clase presencial.

Se puede deducir sin mucha dificultad que para medir el nivel de conceptualización alcanzado por los estudiantes, así como el grado de aprobación y apreciación de éstos con respecto a la implementación y organización del aula invertida, es favorable el uso de métodos estadísticos. Así, a través de la información resultante del tratamiento de los datos obtenidos del pre y postest, con los estadísticos: coeficiente de concentración de Bao y ganancia normalizada de Hake, se visualizará la evolución que experimentará cada concepto de la mecánica de fluidos. Estableciendo de esta manera el nivel de aprendizaje conceptual alcanzado por los estudiantes.

También, mediante el cálculo del porcentaje correspondiente a cada opción elegida por los alumnos como respuesta a las preguntas de la encuesta aplicada, se deducirá el grado de aprobación y apreciación de los estudiantes con respecto a la organización del método de aula invertida. En consecuencia se debe utilizar uno de los diseños del enfoque cuantitativo para facilitar la descripción.

3.2 Tipo de estudio

La investigación es de tipo descriptivo, debido a que se recolectaron datos antes y después de la implementación de la estrategia de aula invertida, midiendo de manera independiente las

variables con las que se tiene relación, es decir, aprendizaje de conceptos de la mecánica de fluidos y el método didáctico de aula invertida. Según Hernández, Fernández y Bautista (2014), “se pueden integrar las mediciones de cada una de dichas variables para decir cómo es y cómo se manifiesta el fenómeno de interés. [...] lo descriptivo se centra en medir, con la mayor precisión posible” (pág. 92).

3.3 Diseño de investigación

El diseño utilizado para realizar dicha investigación es el Cuasi-experimental, debido que no existió ningún control riguroso de las variables. De acuerdo con Hernández et al. (2014) este diseño no reúne los requisitos de un experimento puro, por lo tanto, no tiene validez interna, pero realizan un control mínimo de variables.

En los diseños cuasi experimentales, los sujetos no se asignan al azar a los grupos ni se emparejan, sino que dichos grupos ya están formados antes del experimento: son grupos intactos (la razón por la que surgen y la manera como se formaron es independiente o aparte del experimento). (pág. 151)

En consecuencia, la investigación se realizó con estudiantes de Física General I de la Universidad Nacional Autónoma de Honduras, sede Ciudad Universitaria en Tegucigalpa, M, D. C. Como participantes del estudio, estos estudiantes ya estaban agrupados y conformados en las distintas aulas. Así, un cuasi-experimento se ajusta perfectamente a la forma en que se pudo acceder a los partícipes. Hay que destacar que es difícil poder conformar grupos de estudiantes si ellos no están agrupados por clases y secciones, y localizados en un centro educativo.

Al tomar los grupos ya formados en la institución educativa se reduciría las dificultades que se pueden generar en el desarrollo del estudio. Otra razón por la cual se prefirió tomar grupos formados intactos, es porque el muestreo fue intencional y no probabilístico como se

aclara en la sección 3.6, además no se pretende generalizar los resultados obtenidos a la población objeto de estudio.

Cabe recordar, que para la realización del presente estudio se implementó la estrategia de enseñanza de aula invertida con el uso de secuencias didácticas para el desarrollo del cuasi-experimento, como se mencionó anteriormente, la metodología es la variable independiente, y se tiene como variable dependiente la conceptualización de la mecánica de fluidos.

En relación a lo anterior, según la programación establecida por la jefatura del departamento de Materia Condensada para la clase de Física General I (FS-100), a través de la coordinación de dicho espacio formativo, son 5 horas clases de 60 minutos cada una las que se destinan para la unidad de Mecánica de Fluidos. Después de haber hecho un análisis sobre la cantidad de contenido a desarrollar en esta unidad se concluyó que se debían tomar 4 horas clase para el desarrollo de contenido. La realización del cuasi-experimento fue durante cuatro sesiones de 60 minutos cada una.

El diseño consistió en tomar un grupo de estudiantes, se administró una preprueba. Luego este grupo recibió el tratamiento experimental (grupo experimental); al finalizar, se les administró, también, una posprueba. No se estableció un grupo control.

Con la adición de la preprueba se buscó identificar las ideas previas sobre presión hidrostática, el principio de Arquímedes en el contexto de la flotación y el teorema de Bernoulli así como analizar la diferencia entre las puntuaciones y los índices de concentración entre las respuesta para las preguntas de la pre-prueba y posprueba. Para efectos del diseño se aplicó la misma prueba en ambos momentos, es decir, preprueba y post-prueba tuvieron los mismos reactivos.

3.4 Hipótesis

Tomando de referencia la pregunta de investigación número 3, el objetivo general y el objetivo específico número 4, se derivan las siguientes hipótesis de investigación:

Hipótesis derivada 1 (Medición preprueba y posprueba grupo experimental)

Hipótesis de investigación: $\mu_1 \neq \mu_2$.

Hi: El nivel de aprendizaje obtenido por los estudiantes del grupo experimental en la conceptualización de la mecánica de fluidos, difiere en la preprueba y posprueba.

Hipótesis nula: $\mu_1 = \mu_2$.

H0: El nivel de aprendizaje obtenido por los estudiantes del grupo experimental en la conceptualización de la mecánica de fluidos, no difiere en la preprueba y posprueba.

Hipótesis derivada 2 (Medición preprueba y posprueba grupo experimental)

Hipótesis de investigación

Hi: El aula invertida como estrategia didáctica es efectiva para propiciar el aprendizaje de conceptos de la mecánica de fluidos.

Hipótesis nula

H0: El aula invertida como estrategia didáctica no es efectiva para propiciar el aprendizaje de conceptos de la mecánica de fluidos.

Hipótesis alternativa

H1: El aula invertida como estrategia didáctica es medio efectiva para propiciar el aprendizaje de conceptos de la mecánica de fluidos.

3.5 Matriz de Variables

Variable: Hernández et al. (2014) definen variable como “una propiedad que puede fluctuar y cuya variación es susceptible de medirse u observarse. El concepto de variable se aplica a personas u otros seres vivos, objetos, hechos y fenómenos, los cuales adquieren diversos valores respecto de la variable referida” (pág. 105).

Así mismo, las variables deben ser definidas de dos formas: conceptual y operacional.

Definición conceptual o constitutiva:

Una definición conceptual trata a la variable con otros términos. Se tratan de definiciones de diccionarios o de libros especializados [...] y cuando describen la esencia o las

características de una variable, objeto o fenómeno se les denomina definiciones reales [...].

Estas últimas constituyen la adecuación de la definición conceptual a los requerimientos prácticos de la investigación. (Hernández et al., 2014:119)

Definiciones Operacionales: Una definición operacional constituye el conjunto de procedimientos que describe las actividades que un observador debe realizar para recibir las impresiones sensoriales, las cuales indican la existencia de un concepto teórico en mayor o menor grado²⁸. En otras palabras, especifica qué actividades u operaciones deben realizarse para medir una variable. Una definición operacional nos dice que para recoger datos respecto de una variable, hay que hacer esto y esto otro, además articula los procesos o acciones de un concepto que son necesarios para identificar ejemplos de éste²⁹.

A continuación se detalla cada una de las variables, dando a conocer su definición conceptual y operacional así como los indicadores.

Tabla 1

Explicación de las variables.

Variable	Definición		Indicadores
	Conceptual	Operacional	
Ideas previas acerca de conceptos relacionados con presión hidrostática, el principio de Arquímedes en el contexto de la flotación y	Conjunto de particularidades identificadas de las experiencias, sumergidas a la vez en un ambiente cultural y fenomenológico determinado con las cuales, el estudiante está en posibilidad de predecir sucesos y conductas, además de construir una perspectiva	En el pretest contestan ítems que contienen cuatro respuestas posibles cada uno, con lo que se pretende detectar las siguientes ideas: <ul style="list-style-type: none"> ✓ La presión ejercida por un líquido en el fondo de un recipiente depende de la forma de éste y del área que soporta dicho líquido ✓ Mayor volumen desplazado, mayor peso del líquido. 	Porcentaje de respuestas para las opciones distintas a la respuesta correcta en el: Ítem 1 Ítem 2

²⁸ Reynolds (como se citó en Hernández et al., 2014: 120).

²⁹ MacGregor (como se citó en Hernández et al., 2014: 120).

<p>el teorema de Bernoulli.</p>	<p>sobre la organización del mundo que le rodea al dotarle de significado (Pozo, 1999). Estas concepciones actúan como andamiaje sobre el que construyen nuevo conocimiento.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ El empuje es una fuerza que actúa en la misma dirección del peso. ✓ El empuje depende de la profundidad a la que se encuentren los cuerpos sumergidos. ✓ A mayor masa del cuerpo sumergido, mayor Empuje. ✓ Recordar la postulación del principio de Arquímedes sin reparar en un análisis de fuerzas. ✓ Los cuerpos pesan menos por estar sumergidos en un líquido. ✓ Si un flujo se mueve rápidamente, piensan que tiene más presión que cuando se movía lentamente. ✓ cuando un fluido va por un tubo que reduce su sección transversal de área, el fluido aumenta su presión al disminuir la sección. ✓ El flujo siempre empuja y sin importar si incide frontal o lateralmente sobre una superficie el efecto es siempre empujarla en la misma dirección del flujo. 	<p>Ítem 3</p> <p>Ítem 4</p> <p>Ítem 5</p> <p>Ítems 6, 8 y 10</p> <p>Ítem 7</p> <p>Ítem 9</p>
<p>Aprendizaje de conceptos de la mecánica de fluidos</p>	<p>El aprendizaje de conceptos es el resultado de la interacción de las ideas previas y la información científica</p>	<p>Los estudiantes desarrollan prueba escrita, haciendo uso de los conocimientos sobre mecánica de fluidos adquiridos antes y después de la aplicación</p>	<p>Se aplica a los estudiantes un pre y post test para verificar el nivel de aprendizaje</p>

	presentada. Entonces, el estudiante al activar esquemas que le permitan incluir (asimilar) la información, alcanza la comprensión o aprendizaje significativo de dichos conceptos.	de la estrategia didáctica de aula invertida.	conceptual de los contenidos antes y después de la intervención didáctica.
Estrategia didáctica de aula invertida	Modelo pedagógico que plantea la necesidad de transferir parte del proceso de enseñanza y aprendizaje fuera del aula con el fin de utilizar el tiempo de clase para el desarrollo de procesos cognitivos de mayor complejidad que favorezcan el aprendizaje significativo.	Los estudiantes contestan encuesta acerca de la organización y desarrollo de la estrategia didáctica de aula invertida.	Se aplica encuesta a los estudiantes para determinar el grado de aceptación de la estrategia didáctica de aula invertida.

Fuente: Elaboración propia (2018).

3.6 Población participante o muestra

Hernández et al. (2014) afirman que “población o universo es el conjunto de todos los casos que concuerdan con determinadas especificaciones” (pág. 174). Para el presente estudio la población está conformada por la comunidad estudiantil de la Universidad Nacional Autónoma de Honduras (UNAH), sede Ciudad Universitaria (C.U.), ubicada en Tegucigalpa Municipio del Distrito Central, que cursan la clase de Física General para Estudiantes de Ciencias e Ingeniería, en el Primer Periodo Académico 2019 de la modalidad presencial.

De igual manera, Hernández et al. (2014), establecen que “la muestra es, en esencia, un subgrupo de la población” (pág. 175). Debido a la naturaleza de los cuasi-experimentos, la

muestra que se seleccionó es no probabilística o dirigida, bajo el método de muestreo intencional o de conveniencia. En relación a lo último, Hernández et al. (2014) establecen que “Muestras por conveniencia: son simplemente casos disponibles a los cuales tenemos acceso” (pág. 390). Se tomó como muestra una sección de la clase de Física General la cual conformó el grupo experimental.

3.7 Estrategias propuestas para recolección de información

Los instrumentos que se utilizaron para la recolección de datos son los siguientes:

- Pre test, denominado test de mecánica de fluidos (TMF), que se aplicó antes de emplear la estrategia didáctica, para identificar las preconcepciones que tenían los estudiantes sobre la mecánica de fluidos. Para tal propósito, se planteó una serie de situaciones, para provocar en los participantes un razonamiento registrable, mediante respuestas posibles de suceder como fenómeno ante la situación planteada que estaban en consonancia con su comprensión.

- Post test (TMF), el cual contenía las mismas preguntas de la preprueba, se aplicó luego de cursar los temas, para estimar el nivel de aprendizaje conceptual de la mecánica de fluidos que adquirieron los estudiantes de Física General, así como la evolución que experimentaron las ideas previas de estos alumnos sobre conceptos relacionados con presión Hidrostática, principio de Arquímedes en el contexto de la flotación y el teorema de Bernoulli.

- Durante la recolección de información también se hizo uso de la técnica de encuesta, la cual, según Grande y Abascal (2005), es una “técnica primaria de obtención de información sobre la base de un conjunto objetivo, coherente y articulado de preguntas, que garantiza que la información proporcionada por la muestra [...], puede ser analizada mediante métodos cuantitativos y los resultados podrán ser extrapolados” (pág. 243).

La encuestase aplicó a estudiantes para documentar la opinión que poseen sobre la organización y desarrollo de la metodología de aula invertida.

El test TMF fue reelaborado a partir de ítems extraídos de dos test de selección múltiple con única respuesta, contruidos para medir el aprendizaje conceptual así como identificar ideas alternativas de los estudiantes sobre conceptos relacionados con la presión hidrostática, el principio de Arquímedes en el contexto de la flotación y la presión hidrodinámica de Bernoulli. Uno de estos test, denominado test de ley de presión hidrodinámica de Bernoulli (TLPHB) fue diseñado por Luis Hernando Barbosa³⁰. El otro denotado como test del principio de Arquímedes (TPA) fue diseñando por: Lina Viviana Melo Niño♦, Ramiro Sánchez♦, Florentina Cañada♦ y Guadalupe Martínez♦³¹.

Ambos Test fueron validados mediante el consenso de varios expertos, y su fiabilidad se realizó tomado como referente la teoría clásica del test mediante tres índices que ajustan los ítems o preguntas(dificultad, discriminación, coeficiente de punto biserial), y dos que ajustan, la totalidad del test (fiabilidad de Richardson y delta de Ferguson).

De acuerdo con Ding, Chabay, Sherwood, y Beichner (2006) la validez no es un aspecto que se pueda medir estadísticamente, esta se determina por el consenso de varios expertos y corresponde a si el instrumento en realidad mide lo que pretende medir. Por tal razón para buscar un criterio más amplio en cuanto a la validez y verificar que tan fiable es el re-test (Pre y Postest) TMF, se solicitó la opinión de tres docentes expertos de la facultad de Ciencias, departamento de Física de UNAH-CU. El proceso fue el siguiente:

³⁰ Licenciado en Física (UPN), Especialista en Ciencias Físicas (UN), Magister en Ciencias Físicas (UN), Doctor en Ciencias en Física Educativa (Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada CICATA, Instituto Politécnico Nacional, IPN). Ganador de la Presea Lázaro Cárdenas 2013 del IPN en México en la categoría de Ingeniería y física matemática nivel de doctorado por su producción académica que entrega el presidente de México como un reconocimiento a la labor, valores y estímulo a la excelencia de quienes han contribuido a mejorar, a través de la ciencia, la vida del hombre y han dado prestigio tanto al IPN como a sus instituciones de origen. Profesor de Física de la Universidad Central y Catedrático de la Universidad de la Salle, Bogotá (Colombia).

³¹ ♦ Universidad de Extremadura, Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y las Matemáticas, Badajoz, Extremadura, España.

•Centro de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de Extremadura, Badajoz, Extremadura, España (Melo, Sánchez, Cañada, y Martínez, 2016).

Acordar un momento de plática con el profesor e instruirlo sobre la investigación que se estaba realizando. Persuadirlo que debía hacer al test una evaluación rigurosa y constructiva con el fin de evaluar el aprendizaje en una población determinada. Convencerlo de que su opinión y sugerencias debían ser anotadas para que luego sirvieran para ajustar el test como un instrumento validado desde la experticia. Negociar con el profesor una fecha de entrega de esa evaluación. Específicamente para este test, los 3 profesores que recibieron una copia para evaluar, cumplieron con la tarea. Todos coincidieron que el test era pertinente y adecuado con críticas de redacción, ajuste en las figuras, etc.

Para poner a punto el test de Mecánica de Fluidos se aplicó a una población de 22 estudiantes de nivel universitario de ingeniería del tercer periodo académico 2018, de la Universidad Nacional Autónoma de Honduras. En el grupo se encontraban fusionados estudiantes de programas de Ingeniería Civil, Eléctrica, Industrial, Mecánica, etc. La población intervenida oscilaba entre 17 y 22 años. La información se capturó a través de la prueba impresa y se trasladó posteriormente a Excel para el análisis estadístico.

Con la finalidad de mostrar que el test es un instrumento de evaluación confiable y con poder discriminatorio adecuado se siguió el análisis recomendado por Ding et al. (2006). En este análisis se realizan cuatro pruebas estadísticas: tres pruebas se enfocan en el análisis individual de los ítems del test (índice de dificultad del ítem, índice de discriminación del ítem y coeficiente de punto biserial del ítem) y una prueba en el análisis de todo el test (confiabilidad del test). Autores como Ding et al. (2003), Barbosa (2013) entre muchos otros señalan que si el test cumple con estas cuatro pruebas se puede concluir que es confiable con un poder discriminatorio satisfactorio.

A continuación describiremos los resultados de las cuatro pruebas estadísticas planteadas. La figura 7 da cuenta de los valores correspondientes a cada una de las preguntas del test Mecánica de Fluidos.

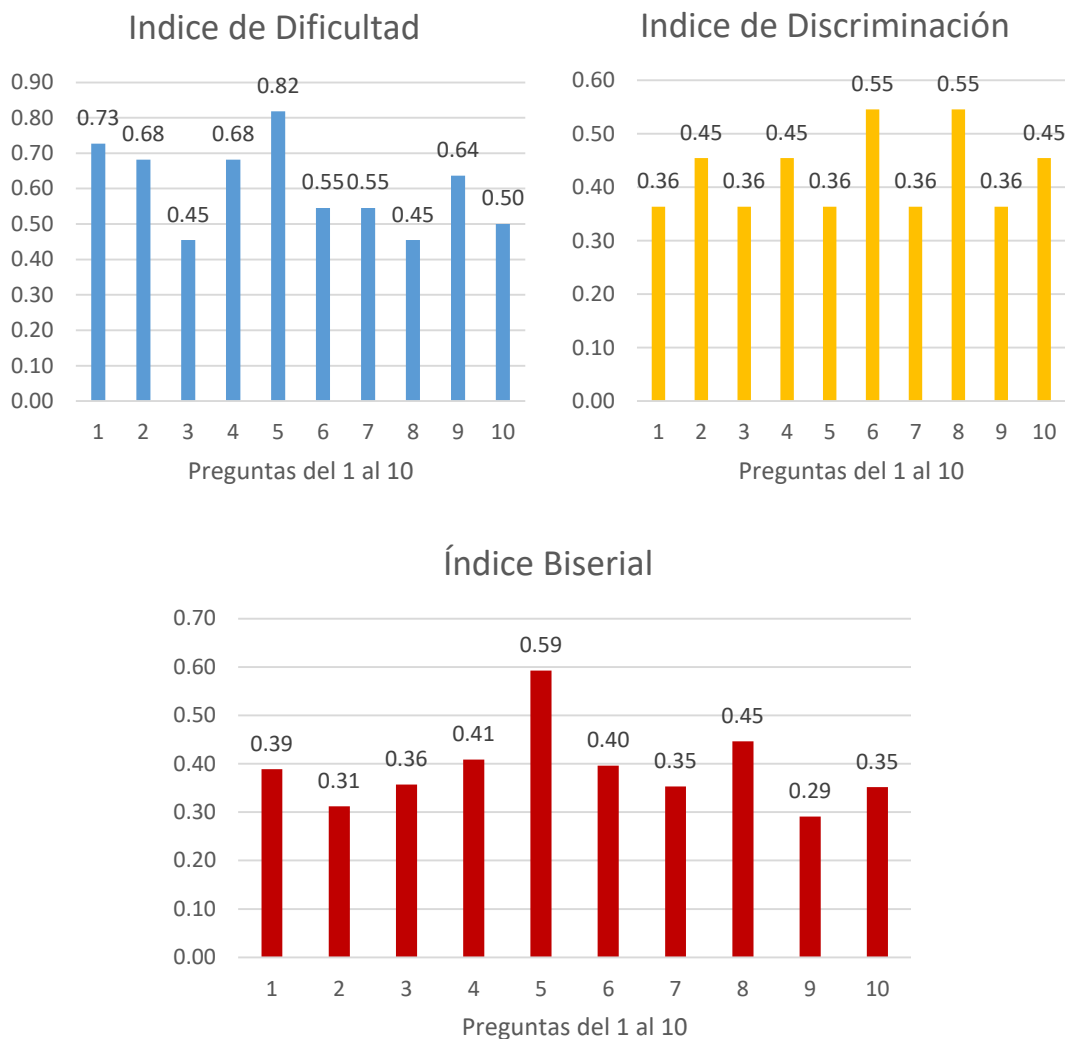


Figura 7: Índice de calibración del test Mecánica de Fluidos (TMF) en una muestra de 22 sujetos. Elaboración propia (2019).

Al analizar los resultados descritos en la figura 7, para cada pregunta del TMF, obtenidos a partir de los índices de dificultad, discriminación, biserial y Kuder Richardson, así como los promedios correspondientes a dichas pruebas para el total de ítems del test, sintetizados en la tabla 2, se observa que todas las preguntas de la prueba presentan valores apropiados según la teoría clásica de test. Si se comparan con los registrados al determinar la fiabilidad del BEMA³², test-LPHB y el TPA, se puede decir que están dentro de los rangos esperados. Por

³² BEMA (del Inglés Brief Electricity and Magnetism Assessment «breve evaluación de electricidad y magnetismo»), es una prueba de 30 ítems de opción múltiple que se enfoca en los conceptos centrales de electricidad y magnetismo.

tal razón, se concluye que dichos valores hacen del test-TMF un instrumento confiable, discriminatorio, consistente, de un nivel medio de dificultad y que en general puede proveer información objetiva en las poblaciones donde se investigue o se aplique.

Tabla 2

Valores para índices test-TMF.

Índices para ítem y para todo el test	Rango	Se espera	TMF N=22
Dificultad de ítem, P	[0, 1]	≥ 0.3	0.60
Discriminación de ítem, D	[-1, 1]	≥ 0.3	0.43
Punto biserial, r_{pbs} , (consistencia-ítem)	[-1, 1]	≥ 0.2	0.39
Kuder Richarson, (confiabilidad/test)	[0, 1]	≥ 0.7	0.73

Fuente: Elaboración propia (2019).

Para estimar la confiabilidad de la encuesta se utilizó el Coeficiente Alfa de Cronbach, que es una medida de coherencia o consistencia interna, mide valores entre [0, 1]. Donde la consistencia para los valores pertenecientes al rango $0.4 \leq \alpha < 0.6$ es moderada, buena si cae dentro del intervalo $0.6 \leq \alpha < 0.8$ y alta si es un elemento entre el límite $0.8 \leq \alpha \leq 1$.

Es el coeficiente más ampliamente utilizado por los investigadores para medir la confiabilidad de pruebas, escalas psicométricas o test, siempre que se mida el equivalente atributo o característica, la misma en este estudio es la satisfacción. La ventaja de usar este estadístico, es porque el método de cálculo requiere una sola administración del instrumento de medición. Además, al contrario de otros coeficientes, no es necesario dividir en dos mitades a los ítems del instrumento, simplemente se aplica la medición y se calcula el coeficiente (Hernández et al. 2014: 295).

Las preguntas se valoraron en una escala de Likert 1 a 5, siendo 1 la calificación baja y 5 la más alta, y una escala de Valoración Dicotómica donde 1 es la calificación baja y 2 la más alta, tal como se muestra en la tabla 3.

Tabla 3*Escala de valoración*

Descripción	Valores otorgados a cada respuesta					Escala
Nunca	1					Escala de Likert 1
1 vez		2				
2 veces			3			
3 veces				4		
Más de 3 veces					5	
Muy en desacuerdo	1					Escala de Likert 2
En desacuerdo		2				
Ni de acuerdo ni en desacuerdo			3			
De acuerdo				4		
Totalmente de acuerdo					5	
Mala	1					Escala de Likert 3
Regular		2				
Buena			3			
Muy Buena				4		
Excelente					5	
Preferiría el método antiguo	1					Escala de Likert 4
Interactiva		2				
Colaborativa			3			
Dinámica				4		
Innovadora					5	
No	1					Escala de valoración Dicotómica
Si		2				

Fuente: Elaboración propia (2019).

Hernández et al. (2014) señala que la importancia observada en el valor obtenido en el alfa tiene su motivo en las guías que al respecto han sido ofrecidas con el tiempo, en las cuales la recomendación de que el valor del alfa debería ser igual o superior a 0.7 ha resultado la que mayor aceptación ha recibido en la comunidad. En este sentido el valor de alfa de

aproximadamente 0.83, mostrado en la tabla 4 es aceptable para los propósitos de este estudio y se puede concluir que el instrumento es confiable.

Tabla 4

Valor alfa de cronbach

Estadísticas de fiabilidad		
Alfa de Cronbach	Alfa de Cronbach basada en elementos estandarizados	N de elementos
.830	.832	12

Fuente: Elaboración propia (2019).

3.8 Plan de Análisis

Se utilizó el software Microsoft Excel para procesar datos. En tal programa, primero, se generó una matriz general de la totalidad de las respuestas por estudiante del pre test; segundo, se fueron agrupando dichas respuestas, graficando cada ítem para describir a cada uno e identificar las ideas previas que tienen los estudiantes acerca de algunos conceptos de mecánica de fluidos. Utilizando el factor de concentración de Bao se determinó el nivel de aprendizaje de conceptos así como el modelo de razonamiento que poseen los estudiantes antes y después de la implementación de la estrategia didáctica. Entonces la evolución del aprendizaje se precisó con el factor de concentración de Bao y la ganancia normalizada de Hake.

3.8.1 Factor de concentración de Bao

Bao y Redisch (2001) sobre un análisis cuantitativo de la forma cómo se distribuyen las respuestas de los estudiantes frente a un test de escogencia múltiple con única respuesta (MCSR), construyeron una medida que da información de esa distribución de respuestas. Definen un factor C, denominado factor de concentración, como una función de las respuestas de los estudiantes que toman valor en un intervalo de cero a uno [0,1], y está dado por,

$$C = \frac{\sqrt{m}}{\sqrt{m}-1} \left(\frac{\sum_{i=1}^n n_i^2}{N} - \frac{1}{\sqrt{m}} \right) \quad (3.1)$$

Donde m representa el número de elecciones para una pregunta en particular, N corresponde al número de estudiantes, n_i es el número de estudiantes que han elegido la respuesta i de la pregunta. Los promedios de porcentajes de respuestas correctas para cada pregunta muestran la dominancia de la cantidad de modelos conceptuales de esa población. $C=0$ corresponde a una selección al azar de respuestas; $C=1$ indica que todos los estudiantes seleccionan la misma respuesta.

Si $C > 0,5$ implica una alta concentración ya que más del 60 % de los estudiantes han seleccionado la misma respuesta. Si C está entre 0,2 y 0,5 indica que la población posee dos modelos de pensamiento para seleccionar; un valor menor de 0,2 precisa una distribución de por lo menos tres modelos del estudiante o de tendencia al azar. Bao codifica y organiza esta información, de acuerdo con la tabla 5.

Tabla 5

Codificación de concentración propuesta por Bao.

Puntaje(s)	Nivel	Concentración(c)	Nivel
0.0-0.4	Bajo (L)	0-0.2	Bajo (L)
0.4-0.7	Medio(M)	0.2-0.5	Medio(M)
0.7-1.0	Alto (H)	0.5-1	Alto (H)

Fuente: Bao y Redish (2001: 5).

Basados en estos regímenes se puede establecer un nivel de codificación para identificar posibles modelos de pensamiento del estudiante en el aprendizaje de alguna temática de la física. Un resultado de esta codificación es que se puede construir un gráfico (figura 8) de concentración (C) en función del puntaje promedio (S) para cada pregunta y en tal caso ver la evolución del grupo desde un estado inicial (pretest) hasta un estado final, después de la instrucción (postest).

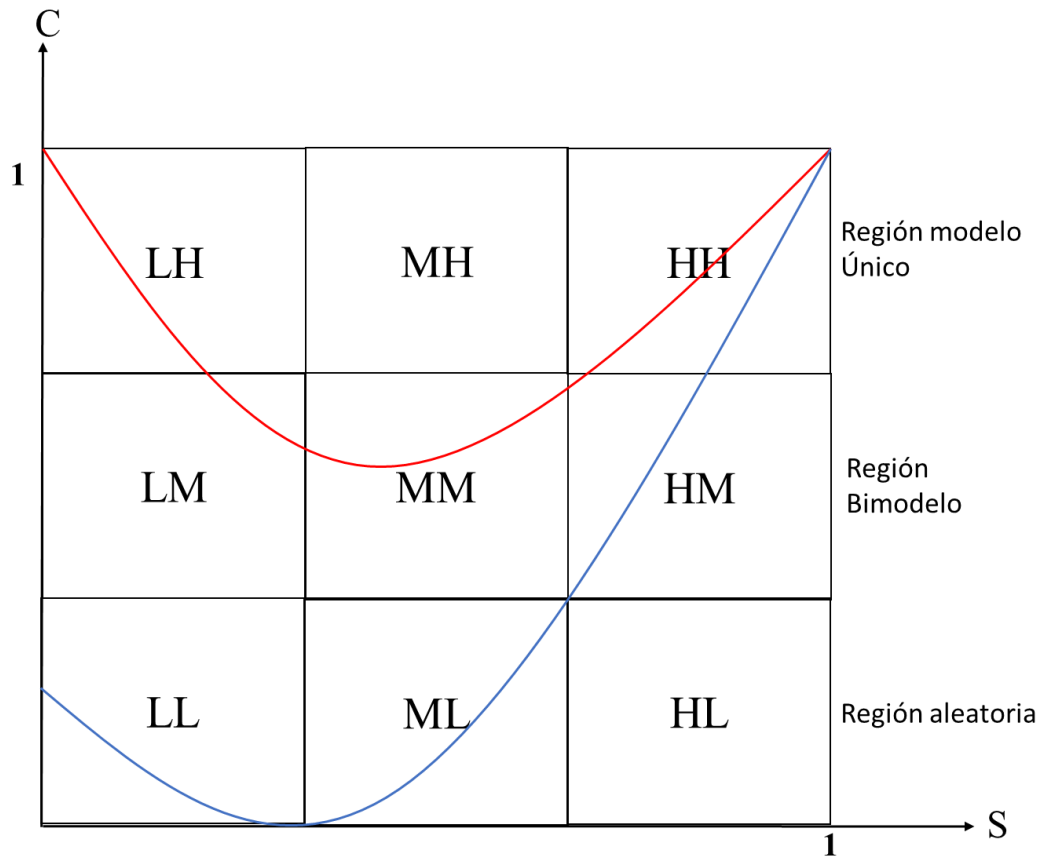


Figura 8: Esquema de Bao por Zonas para identificar el nivel de razonamiento de estudiantes a un test de escogencia múltiple con única respuesta. Bao y Redish (2001: 5) con adaptación del autor.

3.8.2 La ganancia de Hake

Es un estadístico que da cuenta de la evolución del aprendizaje de una población de estudiantes y evita el problema de comparar entre estudiantes que inician un curso mejor preparados que otros. Además, permite determinar si una metodología de enseñanza es efectiva respecto del conocimiento inicial del estudiante (motivo por el que se hizo uso de este estadístico en el presente trabajo). Se define como la razón del aumento de una prueba preliminar (pre) y una prueba final (pos) respecto del máximo aumento posible (Hake, 1998: 65),

$$g = \frac{\langle \text{puntaje}_{pos} \rangle - \langle \text{puntaje}_{pre} \rangle}{100 - \langle \text{puntaje}_{pre} \rangle} \quad 3.2$$

Con esta fórmula se tiene un número para cada estudiante que puede tomar valores entre 0 y 1. Si se alcanza el valor 1, indica que el estudiante alcanzó el máximo aprendizaje posible,

mientras que un valor 0 indica que el alumno obtuvo el mismo puntaje en las pruebas de entrada y salida. De ahí que la expresión 3.2 representa el cambio conceptual que debe darse en una población, pues si comienza desde un estado inicial de conocimiento sobre cualquier temática, el cambio conceptual debe ser proporcional a lo que le falta a la población para ser igual al referente de consenso de cómo explica la comunidad científica.

Hake concluye en sus investigaciones, que para grupos de estudiantes en los que la instrucción aplicada es del tipo tradicional, la ganancia toma valores menores al 0.3. Para los casos de una instrucción de tipo muy activa con estudiantes trabajando en pares, con tutorías presentes e interactuando docente-estudiante, la ganancia es mayor al 0.3. Por lo que se deduce que una ganancia normalizada, siempre mayor a 0.3 se identifica con una enseñanza que promueve el aprendizaje activo (tabla 6).

Entonces para Hake, los datos de la ganancia normalizada cuantifican el efecto de la instrucción, es decir, contribuyen a determinar si la efectividad de la metodología utilizada es alta, media o baja (uno de los aspectos considerados en el desarrollo del presente trabajo); y permiten encontrar qué tanto mejoró el desempeño de los alumnos con respecto a lo que podía corregirse.

Tabla 6

Niveles de ganancia normalizada de Hake.

Ganancia Normalizada	Rango
Alta	$0.7 < g \leq 1$
Media	$0.3 < g \leq 0.7$
Baja	$g \leq 0.3$

Fuente: elaboración adaptada de Hake (1998: 65).

Capítulo 4: Análisis de Resultados

Los resultados obtenidos en el análisis de la información, producto de las pruebas pre y pos aplicados a los estudiantes, así como la encuesta a los mismos, se resumen en este capítulo con la finalidad de mostrar los aspectos relevantes y de mayor contribución a alcanzar los objetivos propuestos.

En primera instancia, se describe las respuestas por cada pregunta del pre-test, para identificar las ideas alternativas suscitadas a partir de conceptos relacionados con la presión hidrostática, el principio de Arquímedes en el contexto de flotación y la ley de presión hidrodinámica de Bernoulli (LPHB). Posteriormente, analizar los resultados en conjunto y evaluar o medir el nivel de aprendizaje conceptual de los estudiantes, el nivel de evolución de dicho aprendizaje de conceptos, así como la efectividad de la estrategia didáctica empleada para lograrlo y determinar si se aceptan o rechazan las hipótesis. Para tal fin se utilizó el factor de concentración de Bao y la ganancia normalizada de Hake.

La metodología utilizada para la descripción de los principales hallazgos dentro de la investigación, fue desarrollada partiendo de lo general a lo específico, se plantearon en primera instancia los datos generales de la muestra estudiada, llegando a dar respuesta a las preguntas de investigación y a los objetivos planteados en el estudio, así como a realizar el planteamiento de rechazo o aceptación de las hipótesis.

Como se detalla en el apartado de selección de población y muestra de estudio, se determinó disponer de una sección como grupo experimental. Distribuido como se evidencia en la figura N₀. 9.

De los estudiantes en el grupo Experimental UNAH (I PAC-2019) el 34% corresponden a mujeres y el 66% a hombres, tal como se muestra en la figura 10. La edad promedio de estos estudiantes está entre 16 y 22 años. El nivel académico en este grupo es de educación media y la especialización de estudios es predominante el área de ingeniería.

DISTRIBUCIÓN DE ESTUDIANTES POR PRUEBA

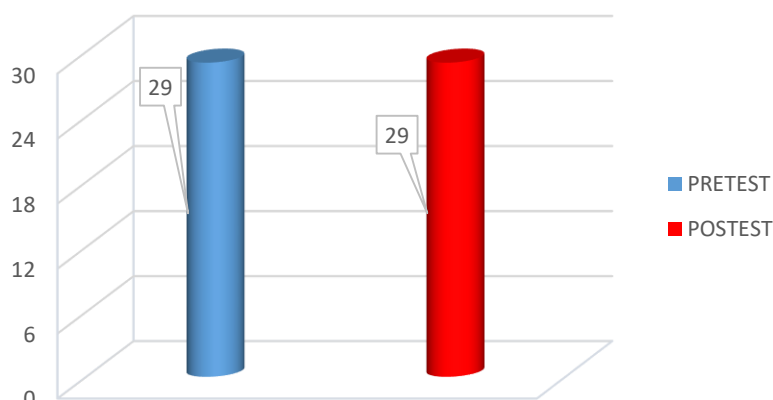


Figura 9: Distribución de estudiantes por grupo y prueba. Elaboración propia (2019).

DISTRIBUCIÓN DE ESTUDIANTES SEGÚN SEXO

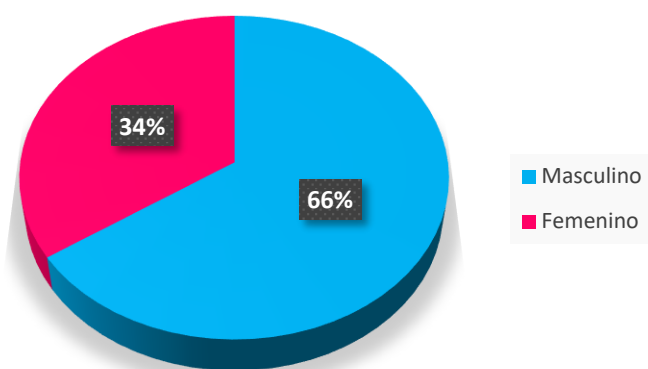


Figura 10: Distribución de estudiantes según sexo y grupo de estudio. Elaboración Propia (2019).

4.1 Resultados del pretest

A continuación se presenta los resultados obtenidos en cada una de las interrogantes del pretest del grupo experimental antes de aplicada la estrategia didáctica. La mecánica de acción es la normalización del total de respuestas dadas a cada pregunta por los estudiantes. Resumiendo los resultados encontrados en una tabla donde se indica con un asterisco la opción correspondiente a la respuesta correcta, para ilustrar la frecuencia de cada respuesta acorde a la opción de selección presentada en cada pregunta.

También se calculó el índice de concentración de Bao para cada interrogante y se elaboró una tabla donde se enlistan los tipos de respuesta de la prueba previa para las 10 preguntas en el cuestionario TMF. A partir de esta se elaboró otra donde se agruparon en categorías las respuestas de los estudiantes. Luego se interpretaron los resultados para cada ítem con base a las respuestas seleccionadas y a los esquemas de modelado descritos en la tabla N₀. 5. Indicando las ideas alternativas que desencadena cada pregunta.

Tabla 7

Distribución de respuestas Pre test TMF.

No. Ítem	Respuestas			
	A	B	C	D
P1	3.4%	10.3%	38%	48.3%*
P2	3%	38%*	24%	35%
P3	28%	24%	38%	10%*
P4	62%*	3%	28%	7%
P5	0%	3.5%	72.4%	24.1%*
P6	7%	7%*	38%	48%
P7	3%	7%	14%*	76%
P8	76%	7%	7%	10%*
P9	3.4%	3.4%*	76%	17.2%
P10	3.5%	3.4%	20.7%*	72.4%

*Opción Correcta en cada ítem.

Fuente: elaboración propia (2019).

La pregunta N₀.1 (P1), ilustra la afirmación de que la presión hidrostática en el fondo de un recipiente está condicionada únicamente por la altura a la que se encuentra el líquido. De acuerdo a los resultados mostrados en la tabla N₀.9, la respuesta de los estudiantes se ubica dentro de la categoría MM. Esto implica que dichas respuestas se concentraron en dos de las 4

opciones de respuesta para este ítem, lo que implica que algunos estudiantes, el 48.3% según tabla 7, contestaron de forma correcta.

Pero un número significativo de estudiantes, el 38%, tienen una tendencia a usar un modelo incorrecto común, evidenciando de esta manera que esta cantidad significativa de estudiantes tienen la idea errónea de que la presión ejercida por un líquido en el fondo de un recipiente depende de la forma de éste y del área que soporta dicho líquido.

Tabla 8

Valores de concentración para las 10 preguntas del TMF con datos previos a la aplicación del método Aula Invertida.

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	
Pretest	S	0.48	0.38	0.1	0.62	0.24	0.07	0.14	0.1	0.03	0.21
	C	0.25	0.14	0.08	0.33	0.53	0.24	0.55	0.54	0.56	0.51
	MM	LL	LL	MM	LH	LM	LH	LH	LH	LH	LH

Fuente: Elaboración propia (2019).

Tabla 9

Categoría de los tipos de respuesta antes de la instrucción del estudiante.

	Categoría	LL	LM	LH	ML	MM	MH	HH
Pretest	Preguntas	2, 3,	6	5, 7, 8, 9, 10		1, 4		

Fuente: Elaboración propia (2019)

El ítem N₀.2 (P2) presenta una situación conocida, el incremento de la medida del peso de un líquido al introducir un sólido en él. La intención era rastrear la justificación dada a esta situación haciendo uso de la tercera ley de Newton, y buscando que los participantes identificaran la fuerza de reacción a la fuerza de empuje como elemento partícipe de la respuesta. De acuerdo con los datos de la tabla N₀.9, el patrón de respuesta mostrado por los estudiantes para esta pregunta es LL, es decir con puntuación y coeficiente de concentración bajo.

En esta situación, los estudiantes no favorecieron de forma predominante una o dos opciones, al contrario, de acuerdo con la tabla 7, las respuestas de estos alumnos se distribuyen de forma dominante en tres de las cuatro opciones indicadas, lo que precisa una distribución de por lo menos tres modelos del estudiante. Así, el 35%, como sugiere la respuesta D a la pregunta, señalan que el incremento de la medida del peso se debe a un aumento del volumen del agua debido a que el nivel de esta sube, sin tener en cuenta que la cantidad de agua del sistema no se ha modificado. Por lo que se verifica que este porcentaje de alumnos de la muestra estudiada posee la idea alternativa de que a mayor volumen desplazado, mayor peso del líquido.

Es meritorio hacer notar que estos alumnos, en una cantidad significativa, consideran que el peso del volumen desalojado y la fuerza de reacción sobre el líquido son de igual magnitud al empuje que experimenta el objeto, ya que un 38% respondió acertadamente, al elegir la opción B como respuesta. Un 24% no comprende las fuerzas que actúan sobre el sistema, porque señalan que el empuje es una fuerza que actúa en la misma dirección del peso, al marcar la respuesta C como correcta.

En la pregunta N₀.3 (P3) se aborda una situación en la que se sumergen tres cubos de igual volumen pero uno de ellos posee una masa diferente. Según nos ilustran los resultados de la tabla N₀.9, las respuestas de los alumnos para esta pregunta caen dentro de la categoría LL, confirmando que no tienen preferencia por algún modelo cognitivo en particular.

Tal como se muestra en la tabla 7, sus respuestas se distribuyen de forma casi uniforme en tres de las cuatro opciones presentadas. Alrededor del 24 % de la muestra considera que el empuje depende de la posición del objeto sumergido, al elegir la respuesta B. Este porcentaje de encuestados indican la existencia de grados de flotabilidad según la posición del cuerpo sumergido, lo que nos lleva a suponer el uso de la idea de empuje como sinónimo de presión. Y que mantienen como cierta la imagen de que el empuje depende de la profundidad a la que se encuentren los cuerpos sumergidos.

También los participantes en un 28% al elegir la opción A consideran que el empuje se debe al peso del objeto sumergido, afirmado con ello la existencia de la idea errónea de que a mayor masa del cuerpo sumergido, mayor empuje, situación que nos lleva a pensar en la falta de reflexión sobre situaciones en las que el cuerpo está total o parcialmente sumergido y su relación con la flotación. Además el 38% de estos alumnos considera que el agua es un sostén del cuerpo sumergido y el empuje actúa similar a una fuerza normal como sugiere la respuesta C.

La interrogante N_{0.4} (P4) relata una situación de un sólido sumergido sobre el que se coloca un sólido de menor peso. Se les solicita a los participantes recordar la definición del empuje así como la dirección, sentido y magnitud de esta fuerza en una situación de equilibrio. Según lo mostrado en la tabla N_{0.9}, el patrón de respuesta para esta pregunta es MM, puntaje e índice de concentración medio, indicando así que las opciones elegidas por los estudiantes son dos; una correcta y la otra no, lo que implica que una considerable cantidad de estos alumnos responden de acuerdo a un modelo cognitivo incorrecto.

Tal afirmación se evidencia en lo mostrado en la tabla 7 ya que el 28% de los participantes de forma nemotécnica recuerdan la postulación del principio de Arquímedes sin reparar en un análisis de fuerzas, tal como señalamos en el análisis correspondiente al ítem 2. Además confunden la idea de presión y empuje, o no recuerdan lo que significa cada concepto.

A través del ítem 5(P5), se vincula la reflexión sobre el comportamiento (compresión y elongación) de un resorte, ubicado en una posición vertical y con un extremo atado al fondo de un recipiente sobre el que se vierte agua y sobre el que se coloca un sólido. En la tabla N_{0.9}, se muestra que las respuestas de los estudiantes para esta pregunta se ubican en la categoría LH, es decir tiene puntaje bajo y la mayoría eligió el mismo distractor lo que implica que responden conforme a un modelo incorrecto común.

Así en la tabla 7 vemos que los participantes en un 72.4% repiten de forma general la idea de que los cuerpos pesan menos por estar sumergidos en un líquido sin pensar en la existencia de la fuerza de empuje en dicha condición, aunque el peso de un cuerpo realmente es el mismo esté sumergido o no en un fluido. Entonces se puede afirmar que estos alumnos mantienen como preconcepto erróneo de que los cuerpos pesan menos por estar sumergidos en un líquido.

En la pregunta N₀.6 (P6) se compara el flujo de agua de la sección ancha de un tubo con la sección delgada. En la tabla N₀.9, se muestra que el patrón de respuestas de los estudiantes para este ítem es del tipo LM o sea que la mayoría de las respuestas se concentra en dos opciones incorrectas, el 38% en la opción C y un 48% la D tal como se muestra en la tabla 7, lo que indica que un número significativo de estudiantes usa dos modelos incorrectos.

Pero según la estructura de esta pregunta las dos respuestas incorrectas son el resultado de un mismo modelo cognitivo incorrecto, que en esta situación en particular está asociado a la creencia que la fuerza es lo mismo que velocidad y similar a la presión, por lo que desencadena la idea errónea que tienen como cierta estos estudiantes de que si un flujo se mueve rápidamente, piensan que tiene más presión que cuando se movía lentamente, por lo cual únicamente el 7% eligió la opción correcta o inciso B.

En la interrogante 7(P7), se plantea una situación donde tubos verticales están unidos a un tubo que cambia su sección transversal de área. Esperando que el estudiante que aplica de forma correcta el concepto relacionado con el principio de Bernoulli intuya que el nivel de fluido es menor en el tubo unido a la zona con menor diámetro. En la tabla N₀.9, se muestra que las respuestas de los alumnos para este ítem se ubican en la categoría LH, es decir obtienen puntaje bajo y la mayoría eligió el mismo distractor lo cual es un indicio que responden conforme a un modelo incorrecto común.

Es así que de acuerdo a la tabla 7 un 76% de las respuestas de los estudiantes se concentran en D, una de las opciones incorrectas y únicamente el 14% de ellos eligió la opción C como

respuesta correcta para esta pregunta, verificándose que la mayoría de estos alumnos piensan que cuando un fluido va por un tubo que reduce su sección transversal de área, el fluido aumenta su presión al disminuir la sección. Creencia que mantienen debido al hecho de observar que el fluido aumentó su rapidez.

La situación propuesta en la pregunta 8 (P8) es una variante de la situación planteada en pregunta 6. Según muestra la tabla N^o.9, el patrón de respuestas de los estudiantes para esta pregunta es LH, es decir obtienen puntaje bajo y la mayoría eligió el mismo distractor, que de acuerdo a la tabla 7 ese distractor es la opción A, debido a que el 76% lo tomó como respuesta. Indicando de esta manera que responden conforme a un modelo incorrecto común, tal como se mencionó en el ítem 6, éste está ligado a la creencia de que la fuerza es lo mismo que velocidad y similar a la presión. Verificándose una vez más la presencia de este modelo cognitivo en esta cantidad de estudiantes que no los deja predecir correctamente el fenómeno.

En el ítem N^o.9 (P9) se presenta una situación donde se hace incidir un flujo de aire, en medio de un conjunto de dos globos. Conforme a lo mostrado en tabla N^o.9, las respuestas de los estudiantes para esta pregunta caen dentro de la categoría LH, es decir obtienen puntaje bajo y la mayoría eligió el mismo distractor, que según los datos de la tabla 7 ese distractor es la opción D, porque el 76% lo señaló como respuesta, lo que se considera como un fuerte indicio de que los estudiantes responden conforme a un modelo incorrecto común,

Este modelo cognitivo que hizo pensar de manera errónea a los estudiantes está arraigado a la creencia que un flujo frontal al incidir sobre una superficie la empuja, y hasta es capaz de moverla. Porque al haber elegido a la opción D como respuesta, los alumnos ponen de manifiesto que los globos se separan, afirmando de ésta forma su idea errónea de que el flujo siempre empuja y sin importar si incide frontal o lateralmente sobre una superficie, el efecto es siempre empujarla en la misma dirección del flujo.

En la interrogante N₀.10 (P10), se ilustra una situación similar a la presentada en las preguntas 6 y 8. Según muestra la tabla N₀.9, el patrón de respuestas de los estudiantes para esta pregunta es LH, es decir obtienen puntaje bajo y la mayoría, al igual que en las situaciones antes mencionadas, eligió el mismo distractor, que de acuerdo a la tabla 7 este es la opción D, debido a que el 72.4% lo tomó como respuesta.

Esto implica que estos estudiantes, como era de esperarse, responden conforme a un modelo incorrecto común, tal como sucedió en el ítem 6, 7 y 8, el cual está asociado a la creencia que tienen que la fuerza es lo mismo que velocidad y similar a la presión. Entonces es pertinente afirmar que tienen fuertemente arraigada la idea de que si un flujo se mueve rápidamente tiene más presión que cuando se movía lentamente.

4.2 Resultados del postest

A continuación se presenta los resultados obtenidos en cada una de las interrogantes del postest del grupo experimental después de aplicada la estrategia didáctica de aula invertida. La mecánica de acción es la misma que ha sido utilizada para el análisis de los datos obtenidos a partir del pretest.

La pregunta N₀.1 (P1), ilustra la afirmación referente del consenso de la comunidad científica que la presión hidrostática en el fondo de un recipiente está condicionada únicamente por la altura a la que se encuentra el líquido. De acuerdo a los resultados mostrados en la tabla N₀.12, la respuesta de los estudiantes se ubica dentro de la categoría HH. Esto indica que dichas respuestas se concentraron en una de las 4 opciones de respuesta para este ítem, lo que implica que la mayoría de los estudiantes, el 76% según tabla N₀.10, contestaron usando un modelo cognitivo correcto común, es decir según aceptación propia de la comunidad científica.

El ítem N₀.2 (P2) presenta una situación conocida, el incremento de la medida del peso de un líquido al introducir un sólido en él. La intención era rastrear la justificación dada a esta situación haciendo uso de la tercera ley de Newton, y buscando que los participantes

identificaran la fuerza de reacción a la fuerza de empuje como elemento participe de la respuesta. De acuerdo con los datos de la tabla N^o.12, el patrón de respuesta mostrado por los estudiantes para esta pregunta es HH, es decir con puntuación y coeficiente de concentración alto.

Tabla 10

Distribución de respuestas pos test TMF.

No. Ítem	Respuestas			
	A	B	C	D
P1	0%	10%	14%	76%*
P2	0%	72.4%*	24.2%	3.4%
P3	3%	17%	21%	59%*
P4	93%*	0%	7%	0%
P5	0%	7%	14%	79%*
P6	3.5%	58.6%*	3.4%	34.5%
P7	0%	7%	55%*	38%
P8	31%	7%	3%	59%*
P9	0%	72%*	28%	0%
P10	0%	3.4%	62.1%*	34.5%

*Opción Correcta en cada ítem.

Fuente: Elaboración propia (2019).

En esta situación los estudiantes favorecieron de forma predominante una de las cuatro opciones presentadas, haciéndolo de acuerdo a un modelo de pensamiento correcto. Según la tabla 10, fue el 72.4% de estos estudiantes que respondió acertadamente, al elegir la opción B. Por lo que estos alumnos en una cantidad formidable consideran la idea peso del volumen desalojado y la fuerza de reacción sobre el líquido de igual magnitud que el empuje que experimenta el objeto.

Tabla 11

Puntaje y valores de concentración para las 10 preguntas del TMF con datos posteriores a la aplicación del método aula invertida.

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	97	P8	P9	P10	
Postest	S	0.76	0.72	0.59	0.93	0.79	0.59	0.55	0.59	0.72	0.62
	C	0.56	0.53	0.29	0.87	0.62	0.36	0.35	0.34	0.55	0.42
	HH	HH	MM	HH	HH	MM	MM	MM	MM	HH	MM

Fuente: Elaboración propia (2019).

Tabla 12

Categoría de los tipos de respuesta después de la instrucción del estudiantes.

	Categoría	LL	LM	LH	ML	MM	MH	HH
Postest	Preguntas					3, 6, 7, 8, 10		1, 2, 4, 5, 9

Fuente: elaboración propia (2019).

En la pregunta N_{0.3} (P3) se aborda una situación en la que se sumergen tres cubos de igual volumen pero uno de ellos posee una masa diferente. Según nos ilustran los resultados de la tabla N_{0.12}, las respuestas de los alumnos para esta pregunta caen dentro de la categoría MM, confirmando que tienen preferencia por dos modelos cognitivos, uno correcto y otro incorrecto. Tal como se muestra en la tabla 10, el 59% de los encuestados responde de acuerdo al modelo de pensamiento correcto. Como resultado de la presencia del modelo cognitivo incorrecto en ciertos estudiantes sus respuestas se distribuyen de forma casi uniforme en dos de las cuatro opciones presentadas.

Así el 17 % de la muestra considera que el empuje depende de la posición del objeto sumergido, al elegir la respuesta B. Este porcentaje de estudiantes afirma la existencia de grados de flotabilidad según la posición del cuerpo sumergido, lo que nos lleva a suponer el uso de la idea de empuje como sinónimo de presión. Y que mantienen como cierta la imagen de que el empuje depende de la profundidad a la que se encuentren los cuerpos sumergidos.

También los participantes en un 21% consideran que el empuje se debe al peso del objeto sumergido, situación que nos lleva a pensar en la falta de reflexión sobre situaciones en las que el cuerpo está total o parcialmente sumergido y su relación con la flotación. Además estos alumnos consideran que el agua es un sostén del cuerpo sumergido y el empuje actúa similar a una fuerza normal como sugiere la respuesta C.

La interrogante N_{0.4} (P4) relata una situación de un sólido sumergido sobre el que se coloca un sólido de menor peso. Se les solicita a los participantes recordar la definición del empuje así como la dirección, sentido y magnitud de esta fuerza en una situación de equilibrio. Según lo mostrado en la tabla N_{0.12}, el patrón de respuesta para esta pregunta es HH, puntaje e índice de concentración alto, indicando así que la mayoría de los estudiantes eligió una única opción como respuesta. Tal afirmación se evidencia en lo mostrado en la tabla 10, ya que el 93% de los participantes eligió la opción correcta, es decir respondieron de acuerdo a un único modelo de pensamiento correcto.

A través del ítem 5(P5), se vincula la reflexión sobre el comportamiento (compresión y elongación) de un resorte, ubicado en una posición vertical y con un extremo atado al fondo de un recipiente sobre el que se vierte agua y sobre el que se coloca un sólido. En la tabla N_{0.12}, se muestra que las respuestas de los estudiantes para esta pregunta se ubican en la categoría HH, es decir que la mayoría eligió la misma opción de respuesta, lo que implica que responden conforme a un modelo cognitivo común.

Así en la tabla 10 vemos que los participantes en un 79% eligieron la opción correcta como respuesta. Entonces se puede afirmar que el modelo de pensamiento utilizado por estos alumnos al responder es el correcto.

En la pregunta N_{0.6} (P6) se compara el flujo de agua de la sección ancha de un tubo con la sección delgada. En la tabla N_{0.12}, se muestra que el patrón de respuestas de los estudiantes para este ítem es del tipo MM o sea que la mayoría de las respuestas se concentra en dos

opciones una correcta y la otra no. Así que el 58.6% de las respuestas de estos alumnos se concentra en la opción correcta (B) y una cantidad significativa equivalente al 34.5% se concentra en una de las tres opciones incorrectas para este ítem tal como se muestra en la tabla No.10.

Esto indica que unos estudiantes usan un modelo de pensamiento correcto al responder, pero un número significativo de ellos utiliza un modelo incorrecto, que en esta situación en particular está asociado a la creencia que la fuerza es lo mismo que velocidad y similar a la presión, por lo que desencadena la idea errónea que tienen como cierta estos estudiantes que si un flujo se mueve rápidamente, piensan que tiene más presión que cuando se movía lentamente.

En la interrogante 7(P7), se plantea una situación donde tubos verticales están unidos a un tubo que cambia su sección transversal de área. Esperando que el estudiante que aplica de forma correcta el concepto relacionado con el principio de Bernoulli intuya que el nivel de fluido es menor en el tubo unido a la zona con menor diámetro. En la tabla No.12, se muestra que las respuestas de los alumnos para este ítem se ubican en la categoría MM, lo que implica que estos estudiantes responden conforme a dos modelos cognitivos (incorrecto y correcto).

Es así que de acuerdo a la tabla 10 el 55% de ellos eligió la opción C, es decir la respuesta correcta para esta pregunta. Pero el 38% de las respuestas de los estudiantes se concentran en el distractor D, verificándose que este número significativo de alumnos piensa que cuando un fluido va por un tubo que reduce su sección transversal de área, el fluido aumenta su presión al disminuir la sección. Creencia que mantienen debido al hecho de observar que el fluido aumenta su rapidez.

La situación propuesta en la pregunta 8 (P8) es una variante de la situación planteada en la pregunta 6. Según muestra la tabla No.12, el patrón de respuestas de los estudiantes para esta pregunta es MM, es decir que las respuestas de estos alumnos se concentran en dos de las cuatro

opciones, una correcta y la otra incorrecta como resultado de la presencia de dos modelos de pensamiento (correcto e incorrecto) en estos alumnos.

De acuerdo a la tabla 10 ese distractor incorrecto es la opción A, debido a que el 31% lo tomó como respuesta. Indicando de esta manera que este porcentaje de alumnos responde conforme al modelo incorrecto. Tal como se mencionó en el ítem 6, éste está ligado a la creencia de que la fuerza es lo mismo que velocidad y similar a la presión. Verificándose una vez más la presencia de este modelo cognitivo en esta cantidad de estudiantes que no los deja predecir correctamente el fenómeno.

En el ítem N₀.9 (P9) se presenta una situación donde se hace incidir un flujo de aire, en medio de un conjunto de dos globos. Conforme a lo mostrado en tabla N₀.12, las respuestas de los estudiantes para esta pregunta caen dentro de la categoría HH, es decir obtienen puntaje y concentración alto y la mayoría eligió la misma opción como respuesta, que según los datos de la tabla 10 es la opción correcta para este ítem (D), porque el 72% lo señaló como respuesta, considerándose como fuerte indicio de que los estudiantes responden conforme a un modelo correcto común.

Afirmando así que estos alumnos en su mayoría abandonaron el modelo cognitivo erróneo arraigado a la creencia que un flujo frontal al incidir sobre una superficie la empuja, y hasta es capaz de moverla. Desechando de ésta forma la idea errónea que presentaban antes de la intervención con el método FC, que el flujo siempre empuja y sin importar si incide frontal o lateralmente sobre una superficie, el efecto es siempre empujarla en la misma dirección del flujo.

En la interrogante N₀.10 (P10), se ilustra una situación similar a la presentada en las preguntas 6 y 8. Según muestra la tabla N₀.12, el patrón de respuestas de los estudiantes para esta pregunta es MM, es decir obtienen puntaje y concentración media, lo que significa que respondieron de acuerdo a dos modelos de pensamiento, uno correcto y el otro no. De acuerdo

a la tabla N₀.10 el 62.1% eligió la opción correcta (C) como respuesta, en cambio el 34.5%, al igual que en las situaciones antes mencionadas, eligió uno de los tres distractores incorrectos al elegir como respuesta la opción D.

Esto implica que este segundo porcentaje de estudiantes, como era de esperarse, responde conforme a un modelo incorrecto común, tal como sucedió en el ítem 6, 7 y 8, el cual está asociado a la creencia que tienen que la fuerza es lo mismo que velocidad y similar a la presión. Entonces es pertinente afirmar que tienen fuertemente arraigada la idea de que si un flujo se mueve rápidamente tiene más presión que cuando se movía lentamente.

4.3 Análisis de resultados del pre y postest

De acuerdo con la ecuación 3.1, se ha calculado el índice de concentración de Bao para el grupo de 29 estudiantes y se ha analizado los datos con los esquemas de modelado de tres niveles descritos en la tabla 5 y figura N₀. 8. La figura 11 y la tabla N₀.13 describen como se concentran las respuestas de la población intervenida en función del puntaje promedio para los 10 ítems del test TMF antes de la aplicación de la estrategia didáctica de aula invertida y después de la instrucción con la misma (pretest/postest).

Tabla 13

Puntaje y valores de concentración para las 10 preguntas del TMF con datos previos y posteriores a la aplicación del método aula invertida.

		P1	P2	P3	P4	P5	P6	97	P8	P9	P10
Pretest	S	0.48	0.38	0.1	0.62	0.24	0.07	0.14	0.1	0.03	0.21
	C	0.25	0.14	0.08	0.33	0.53	0.24	0.55	0.54	0.56	0.51
		MM	LL	LL	MM	LH	LM	LH	LH	LH	LH
Postest	S	0.76	0.72	0.59	0.93	0.79	0.59	0.55	0.59	0.72	0.62
	C	0.56	0.53	0.29	0.87	0.62	0.36	0.35	0.34	0.55	0.42
		HH	HH	MM	HH	HH	MM	MM	MM	HH	MM

Fuente: elaboración propia (2019).

Tabla 14

Valores explícitos de concentración-puntaje promedio para las 10 preguntas del test TMF.

#Ítem	Pretest		Postest	
	puntaje(s)	concentración©	puntaje(s)	concentración©
1	0.44	0.18	0.78	0.59
2	0.47	0.18	0.69	0.45
3	0.38	0.06	0.56	0.25
4	0.03	0.13	0.50	0.21
5	0.44	0.14	0.50	0.23
6	0.13	0.19	0.41	0.17
7	0.28	0.06	0.41	0.15
8	0.13	0.07	0.43	0.19
9	0.19	0.28	0.38	0.13
10	0.31	0.02	0.47	0.14

Fuente: elaboración propia (2019)

La tabla 14 da cuenta de los denominados vectores de evolución del aprendizaje de Bao. En ese caso cada pareja de valores del pretest es el origen de un vector y la pareja del postest es el final de un vector. Cada vector está asociado con una pregunta y en este caso su cálculo surge en la ecuación 3.1 desde las marcaciones del grupo completo de 29 estudiantes que participaron en el estudio de aprendizaje de conceptos de la mecánica de fluidos con la estrategia didáctica de aula invertida y que contestaron el pretest/postest del test TMF.

Se les llama vectores de evolución del aprendizaje porque se puede trazar una flecha desde el origen de estos en la columna (2-3) de la tabla 14 hasta el final del vector en la misma tabla de la columna (4-5). Para que tenga sentido, tales flechas podrían trazarse en la figura 11. Es decir, los vectores son flechas que tienen origen en la pregunta del cuadrado verde y terminación o punta en el rombo azul de la figura 11.

Cerca de 5 de las 10 preguntas van desde la zona de azar (de no saber nada), tal como se muestra en la tabla 13 y figura N₀.11, a la zona de aprendizaje con modelos de pensamiento correctos propio del consenso de la comunidad científica. Las interrogantes 2, 5 y 9 son las que mejor evolucionan. De la zona de azar el ítem 2 y las interrogantes 5 y 9 de la región de un único modelo erróneo alcanzan la zona de aprendizaje con un solo modelo cognitivo correcto.

Las preguntas: 3 de la zona de azar, 6 de la región bimodelo (ambos incorrectos) que como se indicó en el análisis de los datos del pretest, realmente la elección de las dos respuestas incorrectas por la mayoría de estos estudiantes obedece a la presencia de un solo modelo incorrecto; 7, 8 y 10 de la zona de un modelo incorrecto único, evolucionaron a la zona de aprendizaje con dos modelos uno correcto y el otro no. Las preguntas 1 y 4 como era de esperar evolucionaron de la zona bimodelo (uno correcto y otro incorrecto) a la región de un modelo correcto único.

Con los valores del puntaje adquirido por los estudiantes para cada pregunta del pre y postest mostrados en la Tabla N^o.13, se construye la tabla N^o.15, donde se clasifica las respuestas a estas preguntas en categorías y se determina el nivel de aprendizaje conceptual que ha adquirido el estudiante de acuerdo al criterio propuesto por Bao en la tabla 5 para clasificar el puntaje. En las preguntas 1, 2, 4, 5 y 9 el nivel de aprendizaje alcanzado por los estudiantes es alto; en las interrogantes 3, 6, 7, 8 y 10 es medio.

Tabla 15

Nivel de aprendizaje y categoría de los tipos de respuesta de pre y post instrucción del estudiante.

Nivel de aprendizaje		Bajo			Medio		Alto
Categoría de respuesta	LL	LM	LH	ML	MM	MH	HH
Pretest	2, 3	6	5, 7, 8, 9, 10		1, 4		
Postest					3, 6, 7, 8, 10		1, 2, 4, 5, 9

Fuente: elaboración propia (2019).

De un nivel bajo de aprendizaje conceptual 8 de estas 10 preguntas con tipos de respuesta LL, LM y LH se desplazan hacia puntuaciones y concentraciones medias y altas, es decir nivel de aprendizaje medio (indicando que un número significativo de estudiantes aún tiene un modelo incorrecto) y alto. En dos de estas preguntas, donde al inicio es visualizado un nivel de aprendizaje medio, los estudiantes de la muestra alcanzan un nivel de aprendizaje alto.

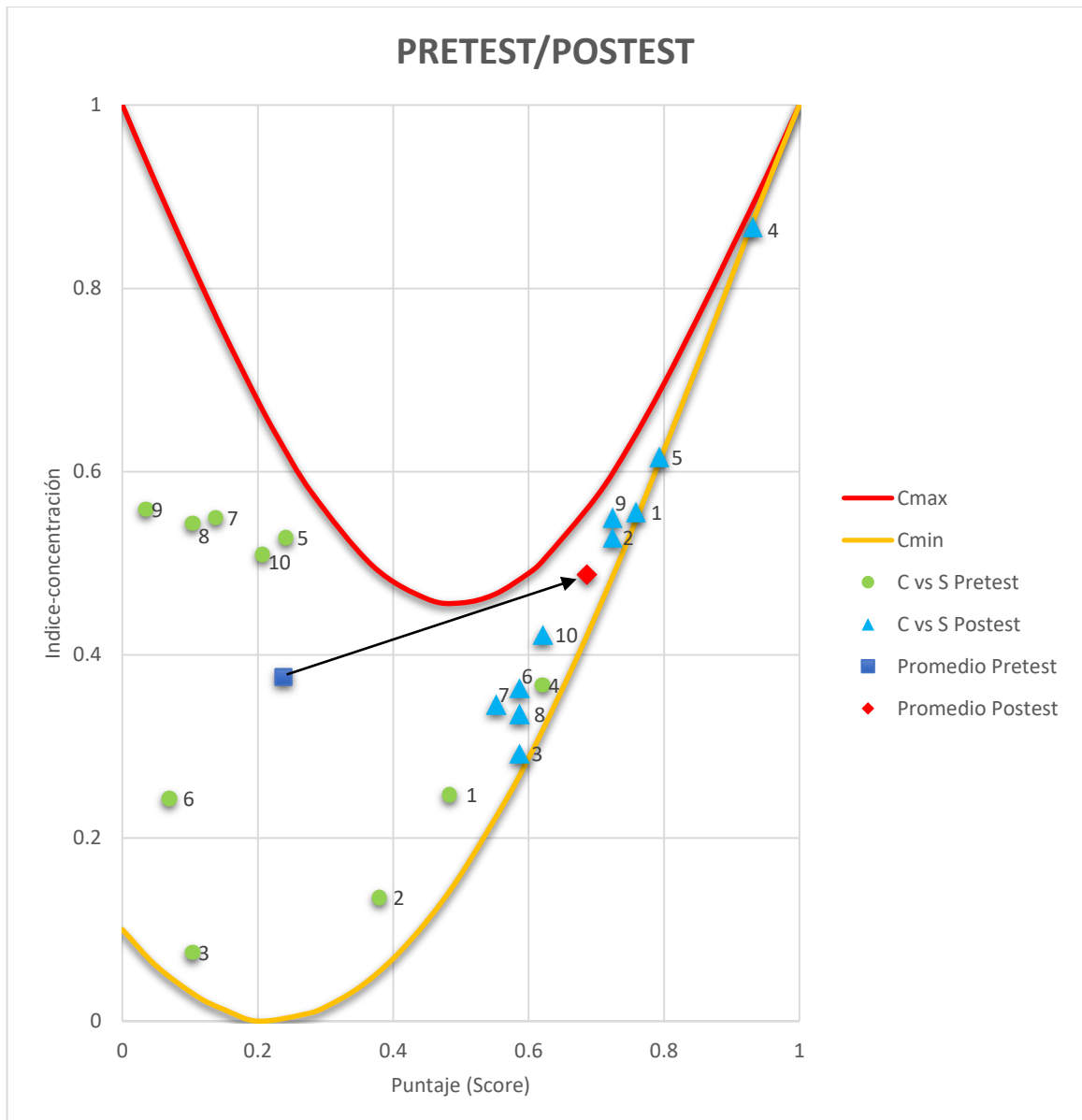


Figura 11: Índice de Concentración de Bao en Función del Puntaje Promedio para las 10 Preguntas pretest/posttest del test Mecánica de Fluidos. Elaboración propia (2019)

Evidenciando de esta manera que el nivel de aprendizaje de conceptos de mecánica de fluidos antes de la implementación del método de aula invertida es diferente al nivel alcanzado después de dicha aplicación. Situación que es demostrada con el valor promedio obtenido con el estadístico de Bao para ambos momentos e ilustrada en la figura No. 11, donde se ve un vector de cambio grande hacia la dirección de un puntaje más alto con una mayor concentración, indicando así que los estudiantes en su mayoría prefieren los modelos correctos; razón por la que se acepta la hipótesis de investigación número uno.

Para verificar que tal diferencia en el nivel de aprendizaje de conceptos es significativa y respaldar la decisión mencionada en el párrafo anterior, primero se realizó la prueba de Shapiro Wilk, obteniendo valores de 0.164 y 0.128 para el pre y postest respectivamente, indicando de esta manera que los datos provienen de una distribución normal debido a que estos p-valores son mayores a 0.005. También el p-valor obtenido a partir de la prueba de Levene es 0.168. Como en la prueba anterior, éste es mayor al valor de alfa lo que significa que existe una igualdad de varianzas.

Al contar con los supuestos de normalidad e igualdad de varianzas se realizó la prueba t student para varianzas iguales obteniendo un p-valor de 0.000, es decir mucho menor que 0.005, confirmando así que el nivel de aprendizaje de conceptos de mecánica de fluidos antes de la implementación del método de aula invertida realmente difiere de manera significativa del nivel alcanzado después de dicha aplicación.

Tabla 16

Estadísticos sobre la población de 29 estudiantes.

Estadístico	Valor
Promedio del pretest	0.24
Desviación Estándar	0.20
Promedio del postest	0.69
Desviación Estándar	0.12
Ganancia Normalizada de Hake	0.59
Desviación Estándar	0.11

Fuente: elaboración propia (2019)

Basados en la ecuación 3.2 se calcula la ganancia normalizada de Hake en función del promedio del pretest, como se precisa en la tabla 16 y se representa en la figura 12, con datos recogidos con el test de TMF. Con el resultado obtenido a partir de este estadístico se tomará la decisión de aceptar: la hipótesis de investigación número dos, si y solo si el valor calculado

cae dentro del intervalo $[0.7, 1.0]$; la hipótesis alternativa si la ganancia de Hake está dentro del rango $[0.3, 0.7]$ o la hipótesis nula en el caso de que el valor obtenido corresponda a algún elemento del intervalo $[0.0, 0.3]$.

En este caso, el valor de 0.59 de ganancia que se obtuvo cae dentro del rango medio esperado. Resultado que está en consonancia con la evolución de aprendizaje predicha por el estadístico del factor de concentración de Bao cuando los estudiantes pasan de una zona de bajo aprendizaje conceptual con preferencia nula por algún modelo cognitivo a una zona de aprendizaje medio con dos modelos de pensamiento uno correcto y el otro incorrecto.

Esta coincidencia de resultados obtenida con ambos estadísticos se puede interpretar como que la metodología empleada de aula invertida es medio efectiva para lograr que la población intervenida logre su aprendizaje de conceptos. Es decir, no se puede asegurar que ciertamente remueva preconcepciones, pero tampoco cae en los rangos de baja efectividad, como reporta Hake respecto de la metodología tradicional. Por lo que se puede concluir que la Hipótesis alternativa $N_{0.2}$ se acepta.

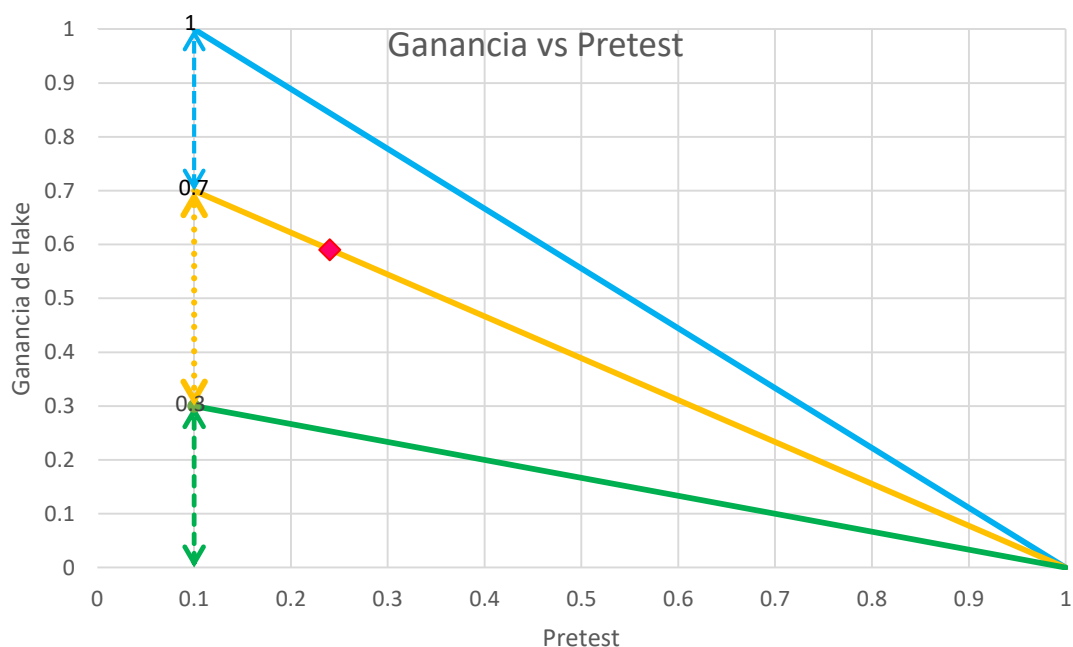


Figura 12: Ganancia de Hake versus el promedio de Pretest para los 10 Ítems del Test de los 29 estudiantes de la intervención. Elaboración propia (2019).

4.4 Resultados de la encuesta

A continuación se presentan los resultados obtenidos en función del último objetivo de la investigación, detallados mediante gráficos. Para determinar la simpatía y el grado de aceptación que muestran los estudiantes con respecto a la organización y desarrollo de la estrategia didáctica de aula invertida fue necesario consultarles obteniéndose de esta manera los siguientes resultados:

El primer ítem (P1) de la encuesta está dirigido a confirmar si los estudiantes desarrollaron las actividades extra clase propuestas. En la figura N₀.13 se evidencia que el 59% de estos alumnos respondieron de forma positiva. De acuerdo a las respuestas señaladas para la pregunta N₀.2 (P2) el 17% del 41% de estudiantes que contestaron de forma negativa en la interrogante N₀.1 apuntan que la razón por la que no pudieron desarrollar las actividades extra clases propuestas, es que no tiene tiempo durante el día.

P1

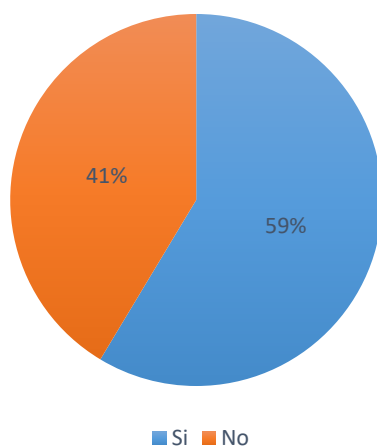


Figura 13: Porcentaje de confirmación del desarrollo de actividades extra clase. Elaboración propia (2019).

Del 24% restante, un 3.4% afirma que la razón es que la noche no es tiempo para dedicarse a esa actividad, otro 3.4 % dice que no cuenta con internet, computadora o Tablet en su casa. El 10.3% asegura que no tiene tiempo durante el día y que la noche no es espacio para dedicarse

a dicha actividad y el 6.8% concuerda que no pudieron realizar las actividades extra clase por todas las razones anteriores (figura 14).

P2

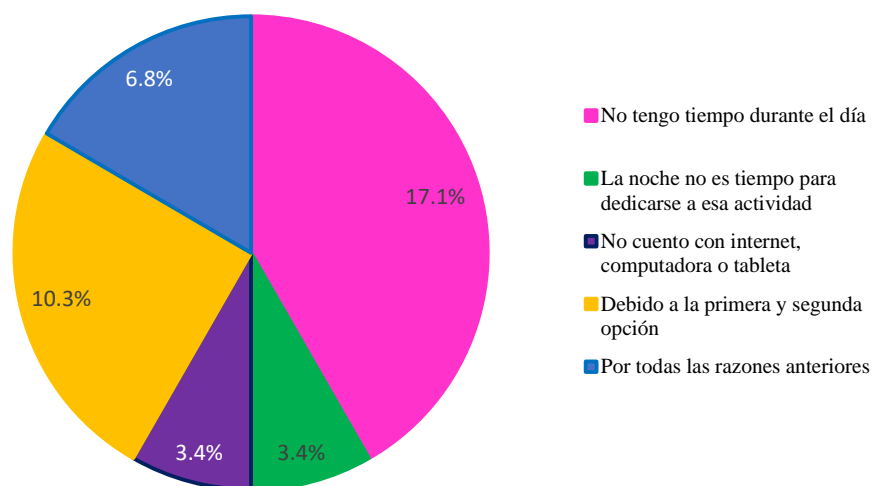


Figura 14: Razones por las que no se desarrollaron las actividades extra clase. Elaboración propia (2019).

De acuerdo con la figura N₀.15 el 76% de los estudiantes afirma haberles gustado recibir las lecciones a través de videos tutoriales, situación que fue planteada en la pregunta N₀. 3 (P3). Según la figura 16, estos estudiantes (76%) refuerzan tal afirmación de acuerdo a la opción señalada como respuesta para la interrogante N₀. 4 que en un 20.5 % vieron una vez la lección en casa a través de videos, el 22.8% dos veces, un 4.6% tres veces y el 18.2% más de 3 veces.

P3

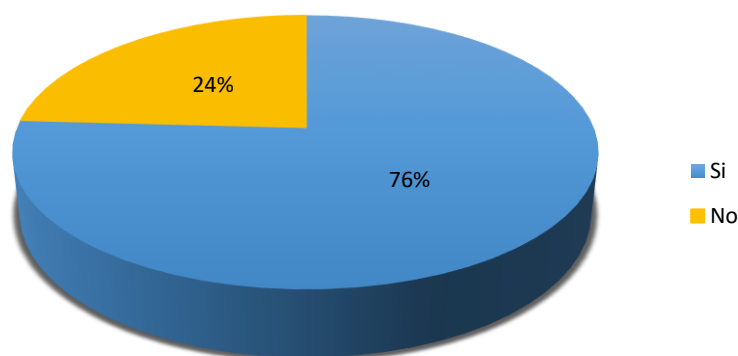


Figura 15: Simpatía de los estudiantes a recibir las lecciones a través de video tutoriales. Elaboración propia (2019).

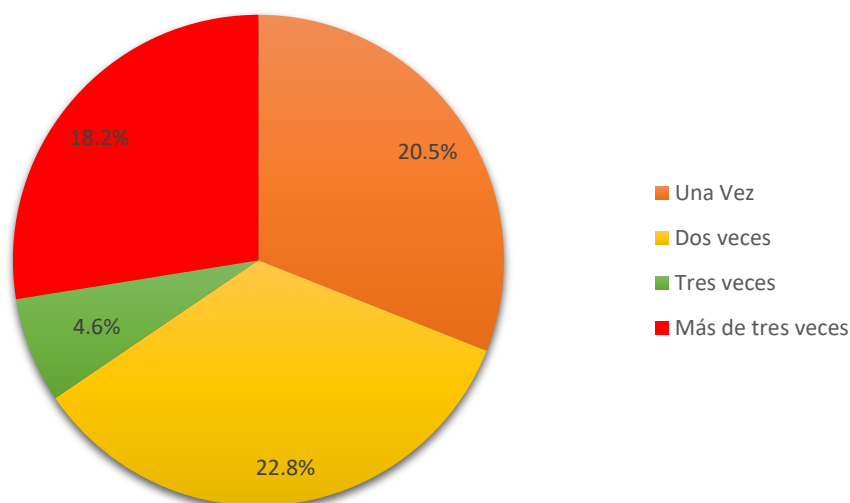
P4

Figura 16: Número de veces que vio el video tutorial. Elaboración propia (2019).

En la pregunta N^o.5 (P5) se les indica a los estudiantes señalar si el contar con video-lecciones contribuyó a alcanzar un mejor aprendizaje. Según lo ilustrado en la figura 17 el 59% de estos alumnos contesta de forma positiva indicando así estar de acuerdo, algunos de ellos y otros totalmente de acuerdo con este planteamiento.

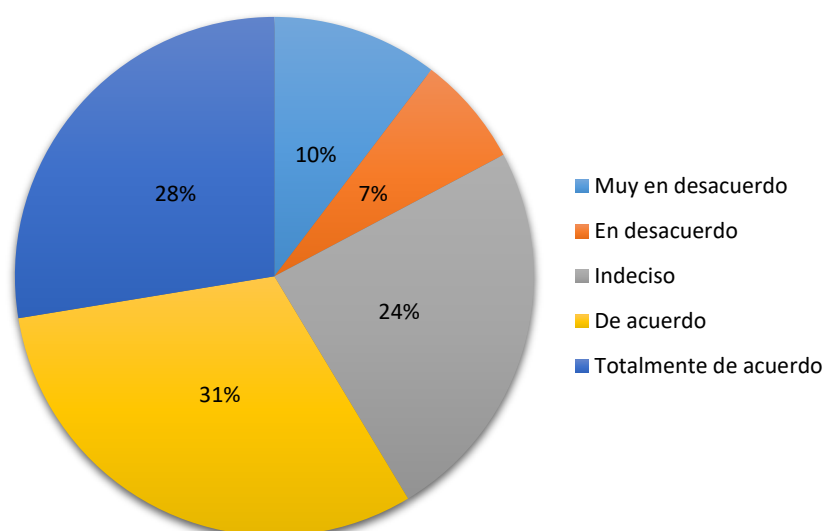
P5

Figura 17: Respuesta de los Estudiantes ante el planteamiento de si las video-lecciones contribuyeron a alcanzar un mejor aprendizaje. Elaboración propia (2019).

Teniendo en consideración que el 17% de los estudiantes se mantiene neutral al elegir como respuesta la opción ni de acuerdo ni en desacuerdo para la interrogante N₀. 6 donde se consulta si haber realizado cuestionarios sobre contenidos que se van a tratar en el aula de forma previa facilitó su proceso de aprendizaje. Se puede observar en la figura N₀.18 que el 73% de las repuestas se distribuye en las opciones de acuerdo y totalmente de acuerdo. Razón por la que se afirma que son pocos los estudiantes que no están de acuerdo con la realización de la actividad mencionada en dicha pregunta.

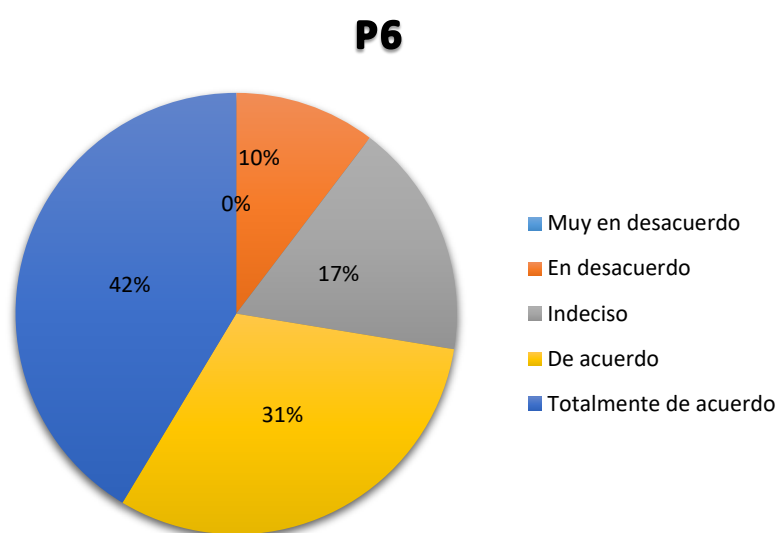


Figura 18: Respuestas de los estudiantes al planteamiento de si realizar cuestionarios de forma previa a la clase contribuyó a mejorar su aprendizaje. Elaboración propia (2019).

De acuerdo a los porcentajes correspondientes a las opciones de respuesta elegidas por los estudiantes para la interrogante N₀.7 (P7), mostrados en la figura N₀.19, se visualiza que un 34% de estos alumnos encuestados califica como muy buena el desarrollo de la clase presencial y el 38% como excelente.

Con el objeto de triangular las respuestas de los estudiantes para la interrogante anterior donde califican como muy buena y excelente el desarrollo de la clase presencia se les solicita en la pregunta N₀.8 (P8) que indiquen si las actividades realizadas durante las clases les permitieron reflexionar sobre su manera de aprender. Según los porcentajes para las opciones de respuesta de acuerdo y totalmente de acuerdo mostrados en la figura 20 que suma un total

de 52%, se infiere que debido a un desarrollo excelente y muy bueno de la clase presencial, las actividades que se realizaron si contribuyeron a que estos alumnos reflexionaran sobre su forma de aprender.

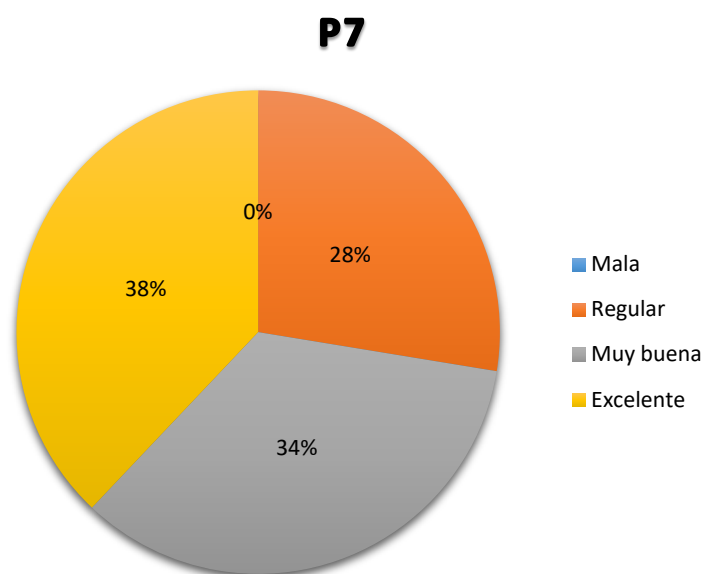


Figura 19: Calificación dada por los estudiantes al desarrollo de la clase presencial. Elaboración propia (2019).

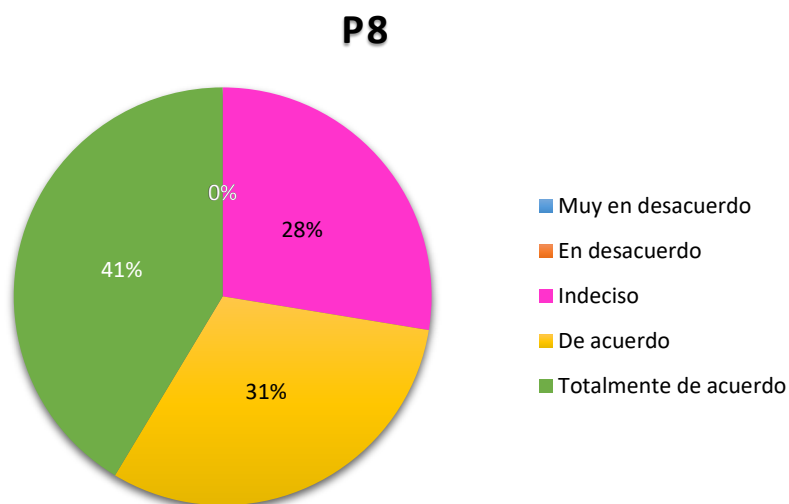


Figura 20: Posición de los estudiantes ante el planteamiento de que si las actividades desarrolladas durante la clase presencial contribuyeron a reflexionar sobre su aprendizaje. Elaboración propia (2019).

El 65% de los estudiantes afirma estar de acuerdo y totalmente de acuerdo con la interrogante N^o.9 (P9) la cual tenía como propósito indagar si durante la aplicación de la

propuesta didáctica contar con simulaciones Phet les permitió reconocer la utilidad de estas para establecer relaciones entre conceptos y construir su significado (figura 21).

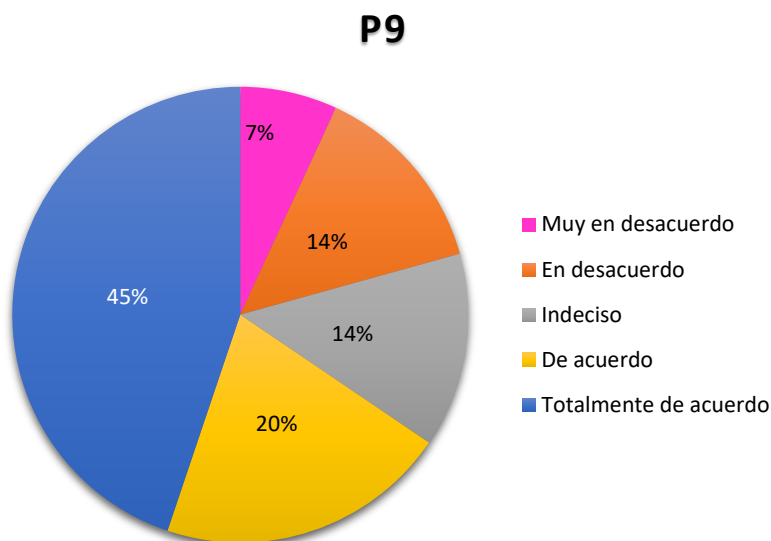


Figura 21: Reacciones a la interrogante referente a si las simulaciones Phet contribuyeron a alcanzar un aprendizaje significativo de conceptos. Elaboración propia (2019).

Como se evidencia en la figura 22, el 35% de los estudiantes está de acuerdo con la interrogante número 10 (P10), donde se les solicita que respondan si creen que las actividades de discusión en grupo facilitan su proceso de aprendizaje. Teniendo en cuenta que un 45% afirma estar totalmente de acuerdo, es evidente la influencia positiva de esta actividad en el aprendizaje de conceptos.

Al plantearles a los alumnos en el ítem N₀. 11 (P11) que si las actividades realizadas durante la implementación del método didáctico de aula invertida, al ser abordada la unidad mecánica de fluidos, les demostró que aprender física es más que resolver un ejercicio matemático. Según lo presentado en la figura N₀.23, un 21% contesta estar en muy en desacuerdo con tal afirmación, pero la mayoría de estos alumnos, el 69% afirma estar totalmente de acuerdo. Evidenciando de esta forma la importancia que se le debe dar al aprendizaje de conceptos al abordar cualquier temática de Física para que los alumnos puedan explicar de forma adecuada los fenómenos físicos suscitados en sus contextos.

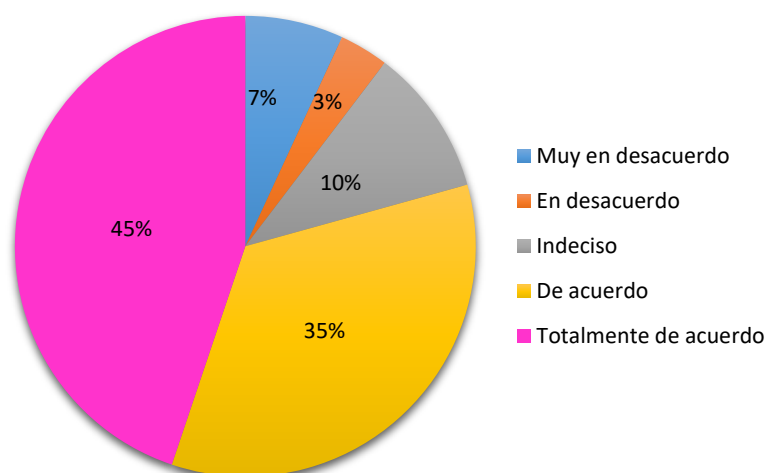
P10

Figura 22: Posicionamientos con respecto a si la actividad de discusión grupal facilitó el aprendizaje de los estudiantes. Elaboración propia (2019).

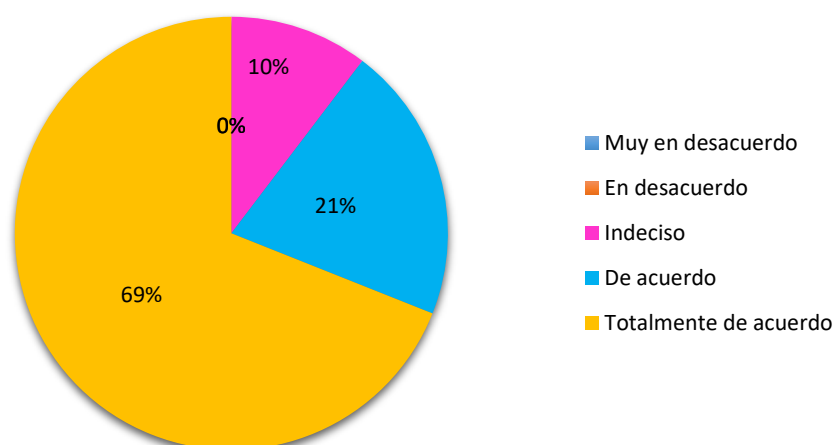
P11

Figura 23: Opinión de los estudiantes con respecto a la contribución de las actividades abordadas, para comprender, que aprender Física es más que resolver ejercicios matemáticos. Elaboración propia (2019).

La interrogante N^o.12 (P12) hace referencia a la opinión que le merecen los estudiantes a la forma de dar clases utilizando el método didáctico de aula invertida. El 52% de las respuestas dadas por los alumnos se distribuye en las afirmaciones interactiva y dinámica. También se

muestra en esta figura 24 que el 38% considera que esta metodología es innovadora a pesar de que un 7% de estos alumnos considera que prefiere el método tradicional.

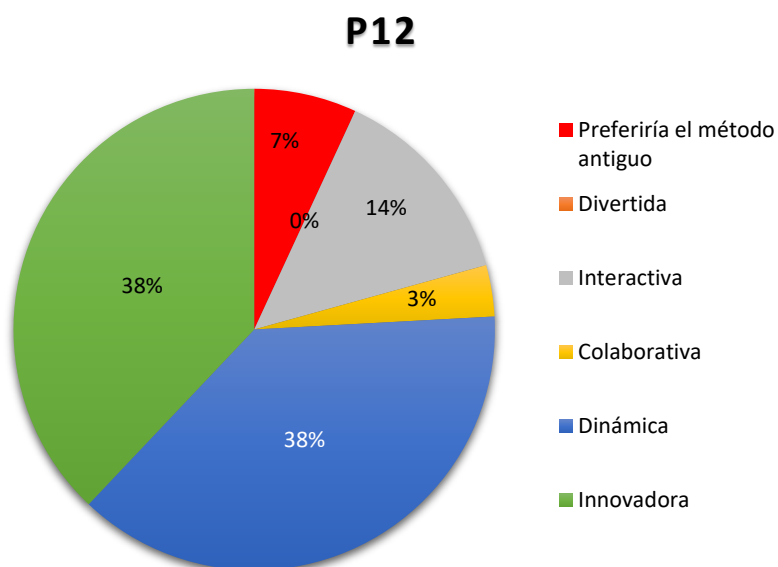


Figura 24: Opinión de los estudiantes sobre la metodología de aula invertida. Elaboración propia (2019).

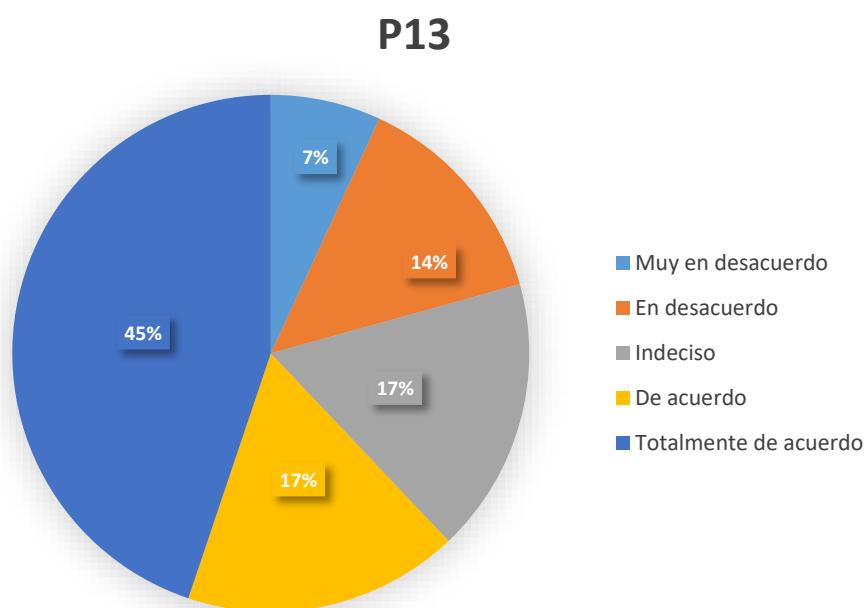


Figura 25: Simpatía de los estudiantes ante la idea de desarrollar el contenido de otras asignaturas utilizando aula invertida. Elaboración propia (2019).

En la interrogante N^o.13 se les plantea a los estudiantes si les gustaría la posibilidad de que otras asignaturas utilicen la estrategia de aula invertida para el desarrollo de los contenidos

de éstas. Según los resultados mostrados en la figura N₀.25 el 17% señala estar de acuerdo con esa posibilidad y el 45% totalmente de acuerdo. Por lo que al 62% de estos alumnos les gustaría que se adoptara esta opción planteada para abordar la temática de otros espacios formativos.

Los anteriores resultados demuestran que la implementación y organización del aula invertida fue aprobada y apreciada de forma positiva por los estudiantes participantes del proyecto.

Capítulo 5: Conclusiones y Recomendaciones

5.1 Conclusiones

El propósito de este trabajo de investigación tal como expusimos en la introducción, planteamiento del problema y en la justificación era determinar en qué medida la implementación del aula invertida (Phet de Colorado, Peer instruction, videos tutoriales) como estrategia didáctica, favorece el aprendizaje conceptual de la mecánica de fluidos de los estudiantes de la clase de Física General de la UNAH. Para alcanzar tal finalidad se hizo uso del enfoque cuantitativo.

A continuación, expondré las conclusiones de este estudio basándome en los objetivos que nos propusimos con la finalidad de ver el grado de consecución y darles respuesta adecuada a cada uno de ellos.

1. Con relación a lo pretendido con el objetivo 1 se afirma que antes de ser abordada la unidad didáctica mecánica de fluidos usando el método de aula invertida, una parte considerable de los estudiantes del grupo experimental tenían como cierta las siguientes ideas alternativas: la presión ejercida por un líquido en el fondo de un recipiente depende de la forma de éste y del área que soporta dicho líquido; a mayor volumen desplazado, mayor peso del líquido; el empuje es una fuerza que actúa en la misma dirección del peso; el empuje depende de la profundidad a la que se encuentren los cuerpos sumergidos, a mayor masa del cuerpo sumergido, mayor empuje; los cuerpos pesan menos por estar sumergidos en un líquido; a mayor velocidad en un fluido mayor presión, a menor área de un tubo mayor presión, el flujo siempre empuja y sin importar si incide frontal o lateralmente sobre una superficie el efecto es siempre empujarla en la misma dirección del flujo.
2. En lo concerniente a la aspiración manifestada con el objetivo N0. 3 se apunta que el conocimiento de los estudiantes sobre conceptos de la mecánica de fluidos evolucionó desde un estado nulo es decir que estos alumnos respondieron a cada propuesta de manera aleatoria

u obedeciendo a más de dos modelos de pensamiento, a un estado de aprendizaje medio o sea donde una proporción de los estudiantes responde de forma acertada y otra cantidad significativa posee un modelo de pensamiento incorrecto.

La existencia de tal modelo cognitivo no correcto provocó que aun después de aplicada la estrategia didáctica de aula invertida persistieran en los estudiantes las ideas erróneas: a mayor masa del cuerpo sumergido, mayor empuje, a mayor velocidad en un fluido mayor presión es decir que creen que si un fluido se mueve rápidamente tiene más presión que cuando se movía lentamente; a menor área de un tubo mayor presión o sea que piensan que cuando un fluido va por un tubo que reduce su sección transversal de área, el fluido aumenta su presión al disminuir la sección.

3. Con respecto a lo requerido con el objetivo 4 se asegura que el aprendizaje obtenido por los estudiantes del grupo experimental luego de ser aplicada la estrategia didáctica de aula invertida, se posiciona en los niveles medio y alto, es decir que un significativo número de ellos responde a estos contextos planteados de acuerdo a modelos de pensamiento correctos propios del consenso de la comunidad científica.
4. Como respuesta a lo pretendido con el objetivo 5 se dice que los estudiantes del grupo experimental en su mayoría afirma haberles gustado recibir lecciones a través de videotutoriales, que las simulaciones Phet les ayudaron en la construcción de conceptos, las actividades de discusión en grupos les facilitó su proceso de aprendizaje; concuerdan que el desarrollo de la clase presencial fue excelente por lo que califican esta metodología como dinámica, innovadora, atractiva y les gustaría que se empleara en el desarrollo de los temas en otras clases. Por tal razón se concluye que el grado de aprobación y apreciación de estos alumnos con respecto a la organización y desarrollo de este método didáctico fue muy significativo.

5.2 Recomendaciones

Una vez finalizado este estudio y teniendo en cuenta todas aquellas cuestiones paralelas, que sin desviar ni condicionar el propósito de este trabajo, han ido surgiendo a lo largo de este tiempo, me planteo diversas situaciones que sería interesante retomar en investigaciones futuras.

1. En vista de que los estudiantes presentan un modelo incorrecto común asociado a la creencia de que la fuerza es lo mismo que velocidad y similar a la presión, que desencadena las ideas del sentido común fuertemente arraigadas de que a mayor velocidad en un fluido mayor presión, y que a menor área de un tubo mayor presión se recomienda que en otras investigaciones se deba indagar por qué estos conceptos se pueden acomodar para generar una estructura de pensamiento coherente.
2. Al momento de realizar el experimento se evidenció que los estudiantes no tenían los conocimientos suficientes en el uso de herramientas tecnológicas para poder desarrollar algunas de las actividades propuestas, situación que obstaculizó que pudieran realizarse correctamente. Por ésta razón se les recomienda a los profesores que antes de utilizar las metodologías en el contexto del aula invertida, ofrecer a los estudiantes participantes un taller de actualización en las herramientas a utilizar.
3. A partir de los resultados de ésta investigación, realizar estudios más profundos bajo un enfoque mixto, utilizando otras estrategias del contexto de aula invertida que permitan abordar elementos de la mecánica de fluidos que no se consideraron en este trabajo.
4. Por último, las distintas dinámicas empleadas en el tiempo de clase (trabajo por proyectos, trabajos cooperativos, trabajo en pequeños grupos, exposiciones individuales, etc.) podrían ser estudiadas para identificar su idoneidad en relación a las actividades propuestas para cada sesión o taller.

Referencias

- Anderson, D., & Eberhardt, S. (2001). *Understanding Flight*. New York: McGraw-Hill.
- Baker, J. W. (2000). The “Classroom Flip”: Using web course management tools to become the guide by the side. En J. A. Chambers (Ed.), *11th International Conference on College Teaching and Learning* (págs. 9-17). Jacksonville: Florida Community College at Jacksonville.
- Bao, L., & Redish, E. F. (2001). Concentration Analysis: A Quantitative Assessment of Student States. *American Journal of Physics*, 69, S45-S53.
doi:<https://doi.org/10.1119/1.1371253>
- Barbosa, L. H. (2013). Construcción, validación y calibración de un instrumento de medida del aprendizaje: Test de Ley de Bernoulli. *Revista Educación En Ingeniería*, 8, 24-37.
doi:<https://doi.org/10.26507/rei.v8n15.301>
- Barón Bichernall, L. F. (2009). Introducción al cambio conceptual. *Revista Iberoamericana de Psicología*, 2, 75-83. Obtenido de <https://reviberopsicologia.iberro.edu.co/issue/view/49>
- Barral, F. M. (1990). ¿Cómo flotan los cuerpos que flotan? concepciones de los estudiantes. *Enseñanza de las ciencias*, 8, 244-250. Obtenido de <https://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/51333>
- Bello, S. (2004). Ideas previas y cambio conceptual. *Educación Química*, 15, 210-217.
doi:<http://dx.doi.org/10.22201/fq.18708404e.2004.3.66178>
- Bergmann, J., & Sams, A. (2009). Remixing chemistry class: Two Colorado teachers make vodcasts of their lectures to free up class time for hands-on activities. *Learning & Leading With Technology*, 36, 22-27. Obtenido de <http://www.learningandleading-digital.com>

- Berrett, D. (19 de febrero de 2012). *How 'Flipping' the Classroom Can Improve the Traditional Lecture*. Obtenido de: <http://chronicle.com/article/How-Flipping-the-Classroom/130857/>
- Bersin, J. (2004). *The Blended Learning Handbook: Best Practices, Proven Methodologies, and Lessons Learned*. New York: Jossey-Bass/Pfeiffer.
- Calvillo Castro, A. J. (2014). *El modelo Flipped Learning aplicado a la materia de música en el cuarto curso de Educación Secundaria Obligatoria: una investigación-acción para la mejora de la práctica docente y del rendimiento académico del alumnado*. (Tesis doctoral). Universidad de Valladolid, Segovia.
- Carrascosa, J. (2005). El problema de las concepciones alternativas en la actualidad (parte I). Análisis sobre las causas que la originan y/o mantienen. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 2, 183-208. Obtenido de <https://revistas.uca.es/index.php/eureka/article/view/3918>
- Carretero, M. (1997). *Constructivismo y educación*. Mexico, D. F.: PROGRESO.
- Corona, A., Slisko, J., & Meléndez, J. G. (2007). Haciendo ciencia en el aula: Los efectos en la habilidad de falsear diferentes hipótesis sobre la flotación y en las respuestas a la pregunta "¿Por qué le flotan las cosas?". *Latin-American Journal of Physics Education*, 1, 44-50. Obtenido de http://www.lajpe.org/index_sep07.html
- Crouch, C. H., Mazur, E., Watkins, J., & Fagen, A. (1 de abril de 2017). Peer Instruction [Research-Based Reform of University Physics]. Obtenido de: www.per-central.org/items/detail.cfm?ID=4990
- Crowe, C. T. (2009). *Engineering fluid mechanics*. Hoboken NJ: Wiley. doi:9780470259771
- Daniushenkov, V., & Corona, N. (1991). *Historia de la física*. Cuba: Editorial Pueblo y Educación.

- Day, J., & Foley, J. (2006). Evaluating Web Lectures: A Case Study from HCI. *Conference on Human Factors in Computing Systems* (págs. 195-200). Montreal: ACM .
- Ding, L., Chabay, R., Sherwood, B., & Beichner, R. (2006). Evaluating an electricity and magnetism assessment tool: BEMA. *Phys. Review Special Topics-Physics Educ. Research*, 2, 010105-1-0101051-7. doi:10.1103/PhysRevSTPER.2.010105
- Domínguez, L. C., Vega, N. V., Espitia, E. L., Sanabria, A. E., Corso, C., Serna, A. M., & Osorio, C. (2015). Impacto de la estrategia de aula invertida en el ambiente de aprendizaje en cirugía: una comparación con la clase magistral. *Biomedica : revista del Instituto Nacional de Salud*, 35, 513-521. doi:http://dx.doi.org/10.7705/biomedica.v35i4.2640
- Driver, R. (1998). Un enfoque constructivista para el desarrollo del currículum en ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 6, 109-120. Obtenido de <https://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/51075>
- Finley, F. N. (1983). Science Processes. *Journal of Research in Science Teaching*, 20, 47-54. doi:https://doi.org/10.1002/tea.3660200105
- Flipped Learning Network (FLN). (12 de marzo de 2014a). *Definition of Flipped Learning*. Obtenido de <https://flippedlearning.org>
- Flipped Learning Network (FLN). (12 de marzo de 2014b). *The Four Pillars of F-L-I-P™*. Obtenido de http://fln.schoolwires.net/cms/lib07/VA01923112/Centricity/Domain/46/FLIP_handout_FNL_Web.pdf
- Gagné, R. (1971). *Las condiciones del aprendizaje*. Madrid: Aguilar.
- Galilei, G. (1615). *Carta a la gran duquesa de Toscana*.

- Gallegos, L. (1998). *Formación de conceptos y su relación con la enseñanza de la Física*. (Tesis de maestría). Universidad Nacional Autónoma de México, Distrito Federal, México.
- García Barrera, A. (2013). El aula inversa: cambiando la respuesta a las necesidades de los estudiantes. *Avances en Supervisión Educativa*(19), 1-8. Obtenido de <https://avances.adide.org/index.php/ase/article/view/118>
- García, A. (2009). Aprendiendo hidrostática mediante actividades de investigación orientada : análisis de una experiencia con alumnos de 15-16 años. *Enseñanza de las ciencias*, 27, 273-286. Obtenido de <http://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/132242/332873>
- García, L., Ocelli, M. E., & Ballester, J. M. (2008). Cuestionarios virtuales en la evaluación formativa: una experiencia en la enseñanza de la Física en el Nivel Medio. Obtenido de: <https://www.semanticscholar.org>
- Gómez C., M. A., & Pozo M., J. I. (1999). *Aprender y enseñar ciencia: del conocimiento cotidiano al conocimiento científico*. Madrid: Morata.
- Grande, I., & Abascal, E. (2005). *Análisis de encuestas*. Madrid: ESIC EDITORIAL.
- Hake, R. (1998). Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses. *American Journal of Physics*, 66, 64-74. doi:10.1119/1.18809
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Bautista Lucio, P. (2014). *Metodología de Investigación*. Mexico: McGRAW-HILL.
- Ivanjek, L., Shaffer, P. s., McDermott, L. C., Planinic, M., & Veza, D. (2015). Research as a guide for curriculum development: An example from introductory spectroscopy. I. Identifying student difficulties with atomic emission spectra. *American Journal of Physics*, 83, 85-90. doi:<https://doi.org/10.1119/1.4901977>

- Johnson, L. W., & Renner, J. D. (2012). *Effect of the flipped classroom model on a secondary computer applications course: student and teacher perceptions, questions and student achievement*. (Tesis doctoral). University of Louisville, Louisville.
- Kuhn, T. (1962). *The Estructure of Scientific Revolutions*. Chicago: University of Chicago Press.
- Lague, M., Platt, G., & Treglia, M. (2000). Inverting the classroom: A gateway to creating an incusive learning enviroment. *The Journal of Economic Education*, 31, 30-43. doi:10.1080/00220480009596759
- Lehrman, R. (1982). Confused physics: A tutorial critique. *The Physics Teacher*, 20, 519-523. doi:https://doi.org/10.1119/1.2341138
- Lévy, P. (1999). *¿Qué es lo virtual?* Barcelona, Buenos Aires, Mexico: Paidós Ibérica.
- Martínez, W., Esquivel, I., & Martínez, J. (19 de marzo de 2015). *Aula Invertida o Modelo Invertido de Aprendizaje: origen, sustento e implicaciones*. Obtenido de: <https://www.researchgate.net/publication/273765424>
- Mazur, E. (1997). *Peer Instruction: A User's Manual*. Upper Saddle River: Prentice Hall.
- Mazzitelli, C., Maturano, C., Núñez, G., & Pereira, R. (2017). Identificación de dificultades conceptuales y procedimentales de alumnos y docentes de EGB sobre la flotación de los cuerpos. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 3, 33-50. Obtenido de <https://revistas.uca.es/index.php/eureka/article/view/3878>
- McPadden, D., & McKagan, S. (26 de Octubre de 2017). Best practices for whiteboarding in the physics classroom [Physport]. Obtenido de: https://www.physport.org/recommendations/Entry.cfm?ID=101319&fbclid=IwAR2fbnVFIM-kZKtt5f5ylXFnKqRH_5kremhIebpKPwdzgt3lqULqc4AfaGo
- Melo, L. V., Sánchez, R., Cañada, F., & Martínez, G. (2016). Dificultades del Aprendizaje sobre el principio de Arquímedes en el contexto de la Flotación. *Revista Brasileira de*

Enseño de Física, 38, e4401-1-e4401-20. doi:<http://dx.doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2016-0077>

Mulford, D. R., & Robinson, W. R. (2002). An inventory for alternate conceptions among first semester General Chemistry students. *Journal of Chemical Education*, 79, 739-744. doi:<https://doi.org/10.1021/ed079p739>

Novak, G., Gavrin, A., Patterson, E., & Christian, W. (1 de abril de 2017). Just-in-Time Teaching [PhysPort]. Obtenido de: <https://www.physport.org/curricula/jitt/>

Papp, D. (1993). *Ideas Revolucionarias en la Ciencia*. Santiago de Chile: Editorial Universitaria.

Par@ Educar. (s.f.). Preconceptos [mensaje de blog]. Obtenido de: http://www.aportes.educ.ar/sitios/aportes/recurso/index?rec_id=107743&nucleo=biologia_nucleo_ense%C3%B1anza

Parra Vargas, J., & Niño Rocha, J. (2006). Mecánica de fluidos para bachillerato. *Góndola, enseñanza y aprendizaje de las ciencias*, 1, 51-60. doi:<https://doi.org/10.14483/23464712.5295>

Pozo, J. I. (1999). *Aprendices y Maestros*. Madrid: Alianza Editorial.

Reif, F. (1995). Understanding and Teaching Important Scientific Thought Processes. *Journal of Science Education and Technology*, 4, 261-282. doi:<https://doi.org/10.1007/BF02211259>

Rodríguez Billamil, H. (2008). Del constructivismo al construccionismo: implicaciones educativas. *Revista Educación y Desarrollo Social*, 2, 71-83. Obtenido de <http://www.umng.edu.co/documents/63968/80131/RevNo1vol2.Art5.pdf>

Sepúlveda, A. (2003). *Los conceptos de la física, Evolución histórica*. Medellín: Editorial Universidad de Antioquia.

- Strayer, J. (2007). *The effects of the classroom flip on the learning environment: A comparison of learning activity in a traditional classroom and a flip classroom that used an intelligent tutoring system.* (Tesis de doctorado). The Ohio State University, Columbus.
- Tecnológico de Monterrey [TEMOY]/ Observatorio de Innovación Educativa [OBINED]. (octubre de 2014). Aprendizaje Invertido. *Edu Trends*, 1-29. Obtenido de <https://observatorio.tec.mx/edutrendsaprendizajeinvertido>
- Tourón, J., & Santiago, R. (2015). El modelo Flipped Learning y el desarrollo del talento en la escuela. *revista de eDUCACIÓN*(368), 196-231. doi: 10.4438/1988-592X-RE-2015-368-288
- Tucker, B. (2012). The Flipped Classroom. *Education Next*, 12, 82-83. Obtenido de <http://educationnext.org/the-flipped-classroom/>
- Turón, J. (7 de 31 de 2013). Eficacia del modelo flipped learning classroom. ¿Qué dice la investigación? [mensaje en un blog]. Obtenido de: <https://www.javiertouron.es/eficacia-del-modelo-flipped-learning/>
- Udías, A. (2004). *Historia de la Física de Arquímedes a Einstein.* Madrid: Editorial Síntesis S.A.
- Vega Calderón, F. (2015). *Evaluación de ideas previas de estudiantes del bachillerato sobre la ecuación de Bernoulli.* (Tesis de Maestría). Universidad Nacional Autónoma de México, Distrito Federal, México.
- White, F. (2004). *Mecánica de Fluidos.* España: Mc Graw Hill.
- Wieman, C. E., Perkins , K. K., & Adams, W. K. (2008). Oersted Medal Lecture 2007: Interactive simulations for teaching physics: What works, what doesn't, and why. *American Journal of Physics*, 76, 393-399. doi:doi:<http://dx.doi.org/10.1119/1.2815365>

Young, H. D., & Freedman, R. A. (2012). *Sears and Zemansky's university physics* (13th ed.).

Boston: Addison-Wesley.

Çengel, Y. A., & Cimbala, J. M. (2006). *FLUID MECHANICS FUNDAMENTALS AND*

APPLICATIONS. New York: McGraw-Hill.

Anexos

Anexo A. Cuestionario



TEST DE MECÁNICA DE FLUIDOS (TMF)

Pre/posprueba

Datos Personales y Académicos:

Sexo: _____ Edad: _____ Especialidad de estudios: _____

Objetivo

El Cuestionario que te presentamos a continuación y que agradecemos respondas, está elaborado con la finalidad de analizar algunas ideas frecuentes en el campo de la mecánica de fluidos.

Instrucciones

Te recordamos que las respuestas son totalmente anónimas, por lo que te agradecemos que seas sincero/a. Todas las preguntas de este cuestionario, van seguidas por cuatro respuestas posibles. Señala con una X la respuesta que consideres correcta. En caso de que ninguna de las opciones se ajuste a lo que tú consideras, plantea tu propia solución. También marca con una X, el grado de seguridad de tu respuesta, para ello hemos dispuesto cuatro opciones: totalmente seguro(a), seguro(a), indeciso(a), y al azar.

1. Los vasos esquematizados abajo contienen agua a la misma altura. Ordénalos de acuerdo a la presión ejercida por el agua sobre el fondo de los vasos de menor a mayor.

a. 1, 4, 2, 3

b. 2, 1, 4, 3

c. 1, 2, 4, 3

d. Todas las presiones son iguales

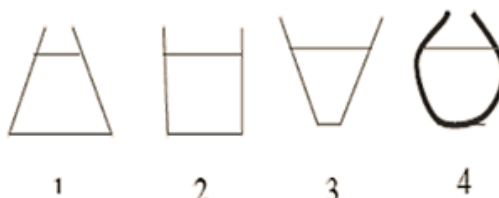


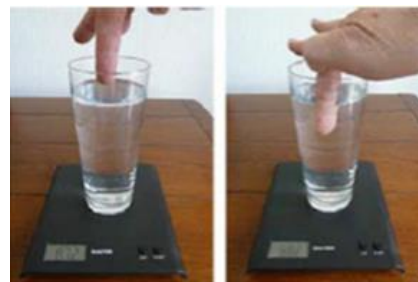
Figura 1

Otra:.....
.....

Indica si la respuesta elegida ha sido de forma

Totalmente seguro/a ___ seguro/a ___ indeciso/a ___ al azar ___

2. Se coloca un vaso de agua sobre una balanza y se anota la medida. A continuación se introduce un dedo en el vaso sumergido en el agua sin tocar las paredes como se muestra en la fotografía, la lectura de la balanza aumenta debido:



Fotografía

- a. al peso del dedo.
- b. a la fuerza de reacción al empuje que el agua ejerce sobre el dedo.
- c. al empuje que ejerce el agua sobre el dedo.
- d. a que sube el nivel del agua, a más volumen de agua más peso.

Otra:.....

Indica si la respuesta elegida ha sido de forma

Totalmente seguro/a___ seguro/a___ indeciso/a___ al azar ___

3. Tres Cubos A, B y C de igual volumen, se sumergen en alcohol como se muestra en la figura

2. El cubo A y C tienen igual masa y mayor que B, Podemos decir que:

- a. B experimenta un empuje menor por tener menos masa que A y C
- b. A y C experimentan el mismo empuje debido a que se encuentran al mismo nivel
- c. A y C experimentan el mismo empuje por tener el mismo peso
- d. A, B Y C experimentan el mismo empuje

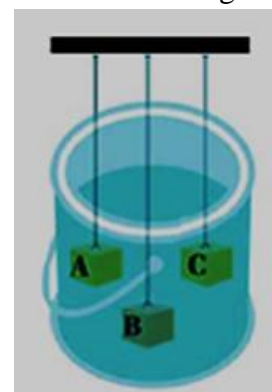


Figura 2

Otra:.....

Indica si la respuesta elegida ha sido de forma

Totalmente seguro/a___ seguro/a___ indeciso/a___ al azar ___

4. Colocamos una barca sobre un recipiente con agua y a continuación colocamos una piedra en la barca como muestra la figura 3. Se puede afirmar que el empuje que ejerce el agua es igual a:

- el peso de la barca más el peso de la piedra.
- el peso de la barca menos el peso de la piedra.
- el peso del volumen desalojado por la barca.
- al volumen de la barca más el volumen de la piedra.



Figura 3

Otra:.....
.....

Indica si la respuesta elegida ha sido de forma

Totalmente seguro/a___ seguro/a___ indeciso/a___ al azar ___

5. Un resorte está unido a la parte inferior de un gran recipiente vacío, con el eje del resorte orientado verticalmente. Un bloque de 2 Kg se fija a la parte superior del resorte y lo comprime a una distancia x como se muestra en la figura 4. A continuación el recipiente se llena de agua hasta el borde. Se puede afirmar que:

- La elongación del resorte depende de la diferencia de densidad entre el agua y el bloque.
- El resorte se comprime una longitud mayor que x debido a la masa de agua sobre el bloque.
- El resorte se comprime una distancia menor que x debido a que todos los objetos dentro del agua pesan menos que en el aire.
- El resorte se comprime una distancia menor que x debido al empuje que realiza el agua sobre el bloque.

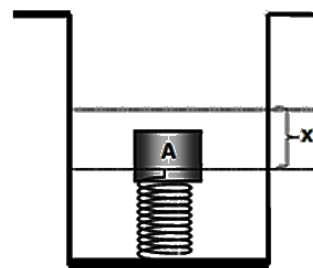


Figura 4

Otra:.....
.....

Indica si la respuesta elegida ha sido de forma

Totalmente seguro/a___ seguro/a___ indeciso/a___ al azar ___

6. Fluye agua por un tubo y entra en una sección transversal de área menor. Si se desprecia la viscosidad, la fricción con las paredes y los efectos gravitacionales, entonces la frase correcta que da cuenta de la presión P y velocidad V , es:

- a. p_2 es menor que p_1 y v_2 es menor que v_1 .
- b. p_2 es menor que p_1 y v_2 es mayor que v_1 .
- c. p_2 es mayor que p_1 y v_2 es menor que v_1 .
- d. p_2 es mayor que p_1 y v_2 es mayor que v_1 .

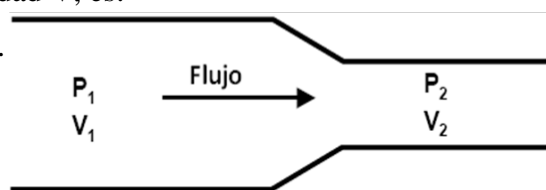


Figura 5

Otra:.....

Indica si la respuesta elegida ha sido de forma

Totalmente seguro/a___ seguro/a___ indeciso/a___ al azar ___

7. Fluye agua por un tubo horizontal cuya sección transversal de área cambia como se observa en la figura. En dos de esas secciones se han conectado tubos verticales de igual diámetro suficientemente largos para que el líquido no salga por ninguno de ellos y continúe por el tubo horizontal. Respecto a esta situación se puede decir que los niveles del líquido en:

- a. A y B son iguales y la rapidez V_c es menor que V_d
- b. A es mayor que B y la rapidez V_c es mayor que V_d
- c. A es mayor que B y la rapidez V_c es menor que V_d
- d. A es menor que B y la rapidez V_c es menor que V_d

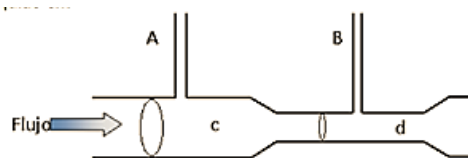


Figura 6

Otra:.....

Indica si la respuesta elegida ha sido de forma

Totalmente seguro/a___ seguro/a___ indeciso/a___ al azar ___

8. Se coloca un embudo pequeño a la salida de una llave de agua y se abre el grifo. Se introduce luego una bola de ping-pong por la parte ancha del embudo y se observa que la bola permanece pegada sin que el flujo de agua la arrastre. Respecto a la presión (P) y rapidez (v) en los puntos mostrados de la figura, el fenómeno se da porque el flujo de agua, posee una:

- p_A mayor que p_B y v_A mayor que v_B .
- p_A mayor que p_B y v_A menor que v_B .
- p_A menor que p_B y v_A menor que v_B .
- p_A menor que p_B y v_A mayor que v_B .



Figura 7

Otra:.....
.....

Indica si la respuesta elegida ha sido de forma

Totalmente seguro/a___ seguro/a___ indeciso/a___ al azar ___

9. Dos globos están amarrados y cuelgan de manera que sus extremos más cercanos están a 3 cm entre sí. Si usted sopla entre los globos (no sobre los globos, sino en el espacio entre ellos), ¿qué sucede?

- Nada
- Los globos se acercan entre si
- Los globos se alejan entre si
- Se mueve uno hacia el otro

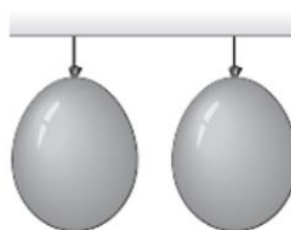


Figura 8

Otra:.....
.....

Indica si la respuesta elegida ha sido de forma

Totalmente seguro/a___ seguro/a___ indeciso/a___ al azar ___

10. Un flujo continuo de aire se inyecta en un prototipo como el que se muestra en la figura 9. Justo en las secciones transversales A_1 y A_2 se han colocado dos tubos verticales que comunican a un recipiente cerrado con agua coloreada. El diagrama que mejor representa la disposición del nivel del fluido en los tubos verticales es:

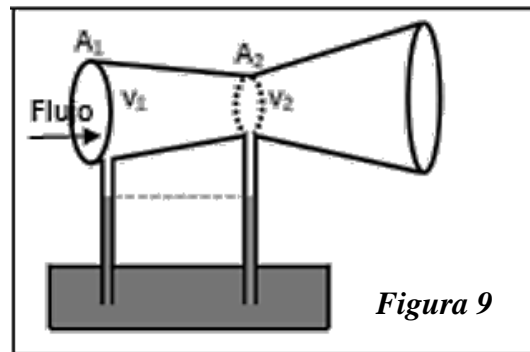


Figura 9

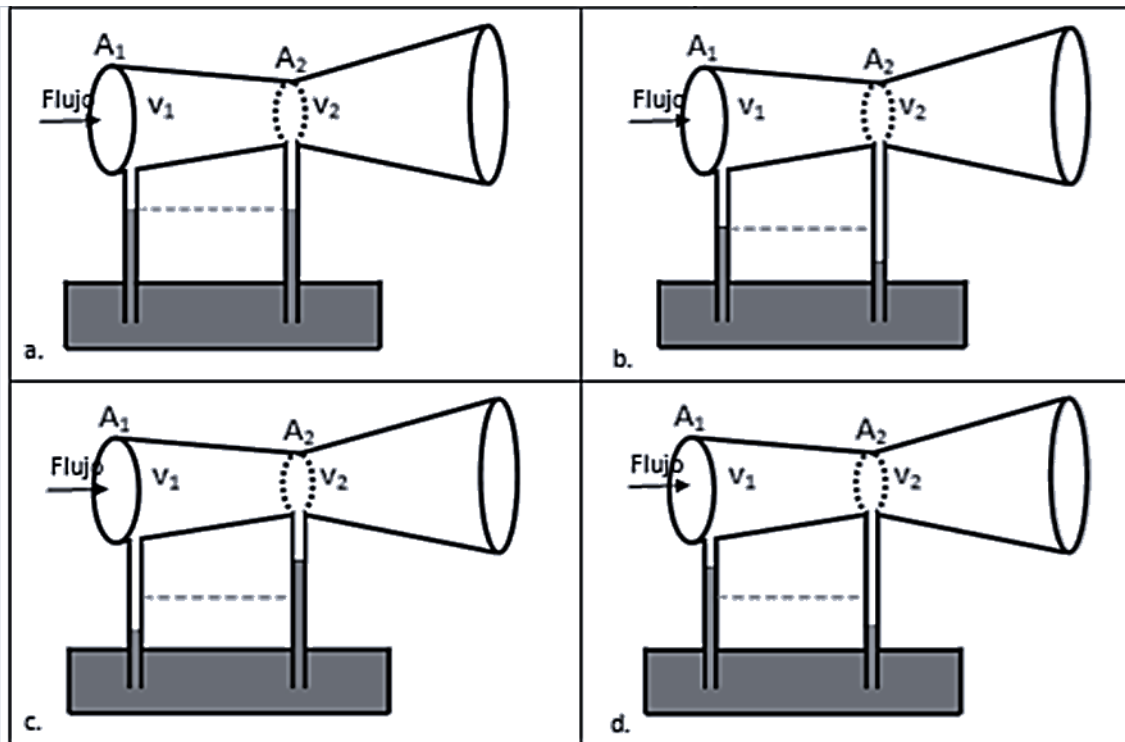


Figura 10

Otra:.....

Indica si la respuesta elegida ha sido de forma

Totalmente seguro/a___ seguro/a___ indeciso/a___ al azar ___

¡Gracias por tu colaboración!

Anexo B. Encuesta



ENCUESTA DE VALORACIÓN DE LA PROPUESTA DIDÁCTICA DE AULA INVERTIDA

Objetivo

La encuesta que te presentamos a continuación y que agradecemos respondas, está elaborada con la finalidad de analizar algunas ideas referentes a la organización y desarrollo de la estrategia didáctica de aula invertida.

Instrucciones

Te recordamos que las respuestas son totalmente anónimas, por lo que te agradecemos que seas sincero/a. Señala con una cruz (X) o un check (✓), la opción que consideres pertinente.

Datos Personales y Académicos:

Sexo: _____ Edad: _____ Especialidad de estudios: _____

1. ¿Desarrollaste todas las actividades extra-clase propuestas?

- a. No
- b. Si

Si tu respuesta es negativa continua con las siguiente interrogante, en caso contrario salta a la interrogante tres.

2. ¿Por qué razón no pudiste realizar las actividades extra-clase propuestas?

- a. No tengo tiempo durante el día.
- b. La noche no es tiempo para dedicarse a esa actividad.
- c. No cuento con internet, computadora o Tablet en mi casa.
- d. Debido a las opciones a y b.
- e. Por todas las razones anteriores.

3. ¿Te gustó recibir las lecciones a través de video-tutoriales?

- a. No
- b. Si

4. ¿Cuántas veces viste la lección en casa a través de videos?
 - a. Nunca
 - b. 1 vez
 - c. 2 veces
 - d. 3 veces
 - e. Más de 3 veces

5. ¿Contar con vídeo-lecciones ha contribuido a alcanzar un mejor aprendizaje?
 - a. Muy en desacuerdo
 - b. En desacuerdo
 - c. Ni de acuerdo ni en desacuerdo
 - d. De Acuerdo
 - e. Totalmente de acuerdo.

6. Haber realizado cuestionarios sobre los contenidos que se van a tratar en el aula de forma previa ¿facilitó tu proceso de aprendizaje?
 - a. Muy en desacuerdo
 - b. En desacuerdo
 - c. Ni de acuerdo ni en desacuerdo
 - d. De Acuerdo
 - e. Totalmente de acuerdo

7. ¿Cómo te pareció el desarrollo de las clases presenciales?
 - a. Mala
 - b. Regular
 - c. Buena
 - d. Muy buena
 - e. Excelente

8. ¿Las actividades realizadas durante las clases te permitieron reflexionar sobre tu manera de aprender?
- Muy en desacuerdo
 - En desacuerdo
 - Ni de acuerdo ni en desacuerdo
 - De Acuerdo
 - Totalmente de acuerdo.
9. ¿La propuesta didáctica te permitió reconocer la utilidad de las simulaciones Phet para establecer relaciones entre conceptos y construir su significado?
- Muy en desacuerdo
 - En desacuerdo
 - Ni de acuerdo ni en desacuerdo
 - De Acuerdo
 - Totalmente de acuerdo.
10. ¿Consideras que las actividades de discusión en grupo fueron importantes para facilitar tu proceso de aprendizaje?
- Muy en desacuerdo
 - En desacuerdo
 - Ni de acuerdo ni en desacuerdo
 - De Acuerdo
 - Totalmente de acuerdo
11. ¿Las actividades realizadas te mostraron que aprender física es más que resolver un ejercicio matemático?
- Muy en desacuerdo
 - En desacuerdo
 - Ni de acuerdo ni en desacuerdo
 - De Acuerdo
 - Totalmente de acuerdo.

12. ¿Que opinión tienes sobre aula invertida con respecto al método clásico de dar clases?
- a. Preferiría el método antiguo
 - b. Interactiva
 - c. Colaborativa
 - d. Dinámica
 - e. Innovadora
13. ¿Te gustaría que otras asignaturas utilizasen un esquema similar al seguido en el desarrollo de la unidad mecánica de fluidos?
- a. Muy en desacuerdo
 - b. En desacuerdo
 - c. Ni de acuerdo ni en desacuerdo
 - d. De Acuerdo
 - e. Totalmente de acuerdo.

¡Gracias por tu colaboración!

Anexo C. Cronograma de actividades para la aplicación de la estrategia didáctica aula invertida

Cronograma de Actividades para la aplicación de metodologías didácticas en el contexto del aula invertida

NO	Fecha	Actividad	Observaciones
Primera sesión		Antes de la clase	
		Leer las secciones 12.1 y 12.2 del libro de texto, Física Universitaria, Vol. I, Sears & Semansky, 13va Ed.	
		Realizar un resumen de las secciones 12.1 y 12.2 del libro de texto	verificar lectura
		Visualizan videos acerca de densidad y presión en un fluido https://youtu.be/SFcLbAe1P1w https://youtu.be/Ub8M0tdtUdI https://youtu.be/iJWpIwrDK1o https://youtu.be/kpiDVkZs0PY	
		-Contestar formulario después de ver videos. https://goo.gl/forms/iXcjGqXxG0v83K3k2	verificar la visualización de los videos
		Durante la clase	
		Realizan Votación utilizando Plickers y posterior cuchicheo acerca de situaciones planteadas.	
		Después de la clase	
	Manipular la simulación Phet https://phet.colorado.edu/en/simulation/legacy/under-pressure Contestan Guía: https://docs.google.com/document/d/1y2s38OCZtYzsd6DkvhIPCXN1V0QG3P0ZEON7QiwegA/edit?usp=sharing		
Segunda sesión		Antes de la clase	
		Leer la sección 12.3 del libro de texto, Física Universitaria, Vol. I, Sears & Semansky, 13va Ed.	
		Realizan resumen de la sección 12.3 del libro de texto.	verificar lectura
		Realizan lectura sobre ¿Qué significa la fuerza de flotación? https://es.khanacademy.org/science/physics/fluids/modal/a/buoyant-force-and-archimedes-principle-article	
		contestan formulario después de haber realizado la lectura https://goo.gl/forms/2ozijp8jN2O7jy1w1	verificar la visualización de los videos
		Durante la clase	
		Realizan Votación utilizando Plickers y posterior cuchicheo acerca de situaciones planteadas	
		Después de la clase	
	manipulación del Phet de colorado https://phet.colorado.edu/sims/density-and-buoyancy/buoyancy_es.html Contestar Guía: https://docs.google.com/document/d/1rYgOsJeYjnhJuY5av3Atd73BO-2I0xF2OF1nLgD8iDY/edit?usp=sharing		

Nº	Fecha	Actividad	Observaciones
Tercera Sesión		Antes de la clase	
		Leer la sección 12.4 del libro de texto , Física Universitaria, Vol. I, Sears & Semansky, 13va Ed.	
		Realizar resumen de la sección 12.4 del libro de texto.	verificar lectura
		Visualizan videos acerca de ecuación de continuidad https://youtu.be/vA1NQx43otE https://youtu.be/9ZubQ01vsBo https://youtu.be/Ihb1_4mmkwE	
		contestan formulario después de ver video https://goo.gl/forms/Y03vJEUPSgGJ0UaJ2	verificar visualización de los videos
		Durante la clase	
		Realizan Votación utilizando Plickers y posterior cuchicheo acerca de situaciones planteadas.	
		Después de la clase	
	Manipulación de Phet de colorado https://phet.colorado.edu/en/simulation/legacy/fluid-pressure-and-flow Contestar Guía: https://docs.google.com/document/d/15TAb_ZkXoagfwowWtooiwER_se_aYM_pwFsPq95rh8/edit?usp=sharing		
Cuarta Sesión		Antes de la clase	
		Realizan lectura de la sección 12.5 del libro de texto , Física Universitaria, Vol. I, Sears & Semansky, 13va Ed	
		Realizan resumen de la sección 12.5 del libro de texto.	Para verificar lectura
		Visualizan videos acerca de la demostración del teorema de Bernoulli https://youtu.be/jyLEVzIOatI https://youtu.be/HoLTNot6Aqo https://youtu.be/GZC8swXPzAo	
		contestan formulario después de ver videos https://goo.gl/forms/s02VoNxaukNfukCD3	verificar visualización de los videos
		Durante la clase	
	Realizan Votación utilizando Plickers y posterior cuchicheo acerca de situaciones planteadas		

Anexo D. Plan de clases para el momento durante la clase

Plan de Clases primera sesión

Objetivos	Contenido	Actividades	Metodología	Tiempo
Interpreta el significado de la densidad de un material.	Densidad	Mini-conferencia utilizando Phet: https://phet.colorado.edu/es/simulation/legacy/density	Peer instruction (Instrucción entre Pares)	4 min
		Pregunta planteada		<1 min
		Los estudiantes piensan en silencio por su cuenta		1 min
		Los estudiantes registran / informan respuestas iniciales.		<1 min
		Los estudiantes discuten sus respuestas en pequeños grupos.		2 min
		Los estudiantes registran / informan respuestas iniciales.		<1 min
		Explicación / discusión de la respuesta correcta.		1-2 min
		Describe el concepto de la presión en un fluido.		Presión en un fluido
Pregunta N0. 1 planteada	<1 min			
Los estudiantes piensan en silencio por su cuenta.	1 min			
Los estudiantes registran / informan respuestas iniciales.	<1 min			
Los estudiantes discuten sus respuestas en pequeños grupos.	2 min			
Los estudiantes registran / informan respuestas iniciales.	<1 min			
Explicación / discusión de la respuesta correcta.	1-2 min			
Pregunta N0. 2 planteada	<1 minuto			
Los estudiantes piensan en silencio por su cuenta	1 min			
Los estudiantes registran / informan respuestas iniciales.	<1 minuto			
Los estudiantes discuten sus respuestas en pequeños grupos	2 min			
Los estudiantes registran / informan respuestas iniciales.	<1 minuto			
Explicación / discusión de la respuesta correcta.	1-2 min			

Plan de clases segunda sesión

Objetivos	Contenido	Actividades	Metodología	Tiempo
Considera, en diversas situaciones, la fuerza de flotación que ejerce un fluido sobre un cuerpo sumergido en él.	Flotación	Mini-conferencia utilizando Phet: https://phet.colorado.edu/sims/density-and-buoyancy/buoyancy_es.html	Peer instruction (Instrucción entre Pares)	8 min
		Pregunta N0. 1 planteada		<1 minuto
		Los estudiantes piensan en silencio por su cuenta		1 minuto
		Los estudiantes registran / informan respuestas iniciales.		<1 min
		Los estudiantes discuten sus respuestas en pequeños grupos.		2 min
		Los estudiantes registran / informan respuestas iniciales.		<1 min
		Explicación / discusión de la respuesta correcta.		1-2 min
		Pregunta N0. 2 planteada		<1 minuto
		Los estudiantes piensan en silencio por su cuenta.		1 minuto
		Los estudiantes registran / informan respuestas iniciales.		<1 min
		Los estudiantes discuten sus respuestas en pequeños grupos.		2 min
		Los estudiantes registran / informan respuestas iniciales.		<1 min
		Explicación / discusión de la respuesta correcta.		1-2 min
		Pregunta N0. 3 planteada		<1 minuto
		Los estudiantes piensan en silencio por su cuenta		1 minuto
		Los estudiantes registran / informan respuestas iniciales		<1 minuto
		Los estudiantes discuten sus respuestas en pequeños grupos.		2 minuto
		Los estudiantes registran / informan respuestas iniciales.		<1 minuto
Explicación / discusión de la respuesta correcta.	1-2 min			

Plan de clases tercera sesión

Objetivos	Contenido	Actividades	Metodología	Tiempo
Interpreta que la rapidez del flujo en un tubo depende del tamaño de este último	Flujo de Fluidos	Mini-conferencia utilizando Phet: https://phet.colorado.edu/en/simulation/legacy/fluid-pressure-and-flow	Peer instruction (Instrucción entre Pares)	6 min
		Pregunta N0. 1 planteada		<1 minuto
		Los estudiantes piensan en silencio por su cuenta		1 minuto
		Los estudiantes registran / informan respuestas iniciales.		<1 min
		Los estudiantes discuten sus respuestas en pequeños grupos.		2 min
		Los estudiantes registran / informan respuestas iniciales.		<1 min
		Explicación / discusión de la respuesta correcta.		1-2 min
		Pregunta N0. 2 planteada		<1 minuto
		Los estudiantes piensan en silencio por su cuenta.		1 minuto
		Los estudiantes registran / informan respuestas iniciales.		<1 min
		Los estudiantes discuten sus respuestas en pequeños grupos.		2 min
		Los estudiantes registran / informan respuestas iniciales.		<1 min
		Explicación / discusión de la respuesta correcta.		1-2 min
		Pregunta N0. 3 planteada		<1 min
		Los estudiantes piensan en silencio por su cuenta		1 min
		Los estudiantes registran / informan respuestas iniciales		<1 min
		Los estudiantes discuten sus respuestas en pequeños grupos.		2 min
		Los estudiantes registran / informan respuestas iniciales.		<1 min
Explicación / discusión de la respuesta correcta.	1-2 min			

Plan de clases cuarta sesión

Objetivos	Contenido	Actividades	Metodología	Tiempo
Relaciona la presión y la rapidez en el flujo en diferentes puntos en ciertos tipos de fluidos utilizando la ecuación de Bernoulli.	Ecuación de Bernoulli	Mini-conferencia utilizando Phet: https://phet.colorado.edu/en/simulation/legacy/fluid-pressure-and-flow	Peer instruction (Instrucción entre Pares)	4 min
		Pregunta N0. 1 planteada		<1 minuto
		Los estudiantes piensan en silencio por su cuenta		1 minuto
		Los estudiantes registran / informan respuestas iniciales.		<1 min
		Los estudiantes discuten sus respuestas en pequeños grupos.		2 min
		Los estudiantes registran / informan respuestas iniciales.		<1 min
		Explicación / discusión de la respuesta correcta.		1-2 min
		Pregunta N0. 2 planteada		<1 minuto
		Los estudiantes piensan en silencio por su cuenta.		1 minuto
		Los estudiantes registran / informan respuestas iniciales.		<1 min
		Los estudiantes discuten sus respuestas en pequeños grupos.		2 min
		Los estudiantes registran / informan respuestas iniciales.		<1 min
		Explicación / discusión de la respuesta correcta.		1-2 min
		Pregunta N0. 3 planteada		<1 minuto
		Los estudiantes piensan en silencio por su cuenta		1 minuto
		Los estudiantes registran / informan respuestas iniciales		<1 minuto
		Los estudiantes discuten sus respuestas en pequeños grupos.		2 minuto
		Los estudiantes registran / informan respuestas iniciales.		<1 minuto
Explicación / discusión de la respuesta correcta.	1-2 min			

Anexo E. Programación de Física General I

Programación de Física General I (FS-100)

05-02-2018, I-2018



Universidad Nacional Autónoma de Honduras
Facultad de Ciencias
Escuela de Física
PROGRAMACIÓN DE FÍSICA GENERAL I (FS-100)



1 Información:

- Jefatura
 - Departamento Encargado: Materia Condensada.
 - Jefe del Departamento: Fis. Roberto Enrique Mejía.
 - Correo Electrónico: rexar.ingenieria@gmail.com, roberto.mejia@unah.edu.hn
 - Hora de Consulta: 4:00 pm a 5:00 pm, de Lunes a Viernes.
- Coordinación
 - Coordinador de Asignatura: M.Sc. Carlos Eduardo Gabarrete.
 - Correo Electrónico: carlos.gabarrete@gmail.com, carlos.gabarrete@unah.edu.hn
 - Hora de Consulta: 12:00 m a 1:00 pm, de Lunes a Viernes.
 - Lugar de Atención: Edificio E1, primer piso, oficina de Maestros #3. (al par de la sala Albert Einstein)

2 Requisitos:

- Cálculo I (MM-201).
- Vectores y Matrices (MM-211).

3 Bibliografía:

- Física Universitaria, Vol I, Sears & Semansky, 13va Ed. (Texto)
- Física, Vol I, Halliday, Resnick & Krane, 5ta Ed. (Referencia)
- Física para Ciencias e Ingeniería, Vol I, Douglas C. Giancoli, 4ta Ed. (Referencia)
- Física para Ciencias e Ingeniería, Vol I, Serway & Jewett, 9na Ed. (Referencia)

4 Evaluación:

- Exámenes Parciales: 60%
- Tareas, Proyectos, Pruebas y Otros: 20%
- Laboratorios: 20%
- Total: 100%

5 Fechas Importantes para Evaluaciones Unificadas:

Parcial	Fecha	Hora
Primer Parcial	10-03-2018 Sábado	12:00 m a 2:00 pm
Segundo Parcial	06-04-2018 Viernes	12:00 m a 2:00 pm
Tercer Parcial	07-05-2018 Lunes	12:00 m a 2:00 pm
Reposición	11-05-2017 Viernes	Por confirmar

M.Sc. Carlos Eduardo Gabarrete
Coordinador Física General I (FS-100)
Departamento de Gravitación, Altas Energías y Radiaciones.
UNAH

6] Objetivos:

a) Generales:

- Presentar los conceptos, leyes y principios generales de la mecánica con el nivel universitario y la orientación en el área de las ciencias e ingenierías.
- Desarrollar, habilidades y destrezas para la aplicación de las leyes y principios de la física a través de experiencias de laboratorio.

b) Específicos: *Al estudiar este curso el estudiante aprenderá:*

- Cuáles son las tres cantidades fundamentales de la física y cuáles son las unidades que los físicos utilizan para medirlas.
- Cómo manejar cifras significativas e incertidumbres en sus cálculos.
- Cómo describir el movimiento rectilíneo en términos de velocidad media, velocidad instantánea, aceleración media y aceleración instantánea.
- Cómo interpretar gráficas de posición contra tiempo, velocidad contra tiempo y aceleración contra tiempo para el movimiento rectilíneo.
- Cómo resolver problemas que impliquen movimiento rectilíneo con aceleración constante, incluyendo problemas de caída libre.
- Cómo analizar el movimiento rectilíneo cuando la aceleración no es constante.
- Cómo resolver problemas que impliquen movimiento rectilíneo con dos cuerpos.
- Cómo representar la posición de un cuerpo, usando vectores, en dos o tres dimensiones.
- Cómo determinar el vector velocidad de un cuerpo conociendo su trayectoria.
- Cómo describir la trayectoria curva que sigue un proyectil.
- El significado del concepto de fuerza en la física y por qué las fuerzas son vectores.
- La importancia de la fuerza neta sobre un objeto y lo que sucede cuando es igual a cero.
- La relación entre la fuerza neta sobre un objeto, la masa del objeto y su aceleración.
- Cómo se relacionan las fuerzas que dos objetos ejercen entre sí.
- Cómo usar la primera ley de Newton para resolver problemas donde intervienen fuerzas que actúan sobre un cuerpo en equilibrio.
- Cómo usar la segunda ley de Newton para resolver problemas donde intervienen fuerzas que actúan sobre un cuerpo con aceleración.
- La naturaleza de los diferentes tipos de fuerzas de fricción: de fricción estática, de fricción cinética, de fricción de rodamiento y resistencia de fluidos; y cómo resolver problemas relacionados con estas fuerzas.
- Las ideas clave detrás del movimiento en una trayectoria circular, con rapidez constante o variable.
- Cómo resolver problemas donde intervienen fuerzas que actúan sobre un cuerpo que se mueve en una trayectoria circular.
- Qué significa que una fuerza efectúe trabajo sobre un cuerpo, y cómo calcular la cantidad de trabajo realizada.
- La definición de energía cinética (energía de movimiento) de un cuerpo, y lo que significa físicamente.
- Cómo el trabajo total efectuado sobre un cuerpo cambia la energía cinética de este, y cómo utilizar dicho principio para resolver problemas de mecánica.
- Cómo usar la relación entre trabajo total y cambio de energía cinética cuando las fuerzas no son constantes o cuando el cuerpo sigue una trayectoria curva, o al presentarse ambas situaciones.
- Cómo resolver problemas que implican potencia (rapidez para efectuar trabajo).
- Cómo utilizar el concepto de energía potencial gravitacional en problemas que implican movimiento vertical.
- Cómo utilizar el concepto de energía potencial elástica en problemas que implican un cuerpo en movimiento sujeto a un resorte estirado o comprimido.
- La diferencia entre fuerzas conservativas y no conservativas, y cómo resolver problemas donde ambos tipos de fuerzas actúan sobre un cuerpo en movimiento.
- El significado de momento lineal de una partícula y cómo el impulso de la fuerza neta que actúa sobre una partícula hace que su momento lineal varíe.

- Las condiciones en las que el momento lineal total de un sistema de partículas es constante (es decir, se conserva).
- A resolver problemas en los que dos cuerpos colisionan entre sí, ya sea choques elásticos, inelásticos o totalmente inelásticos.
- La definición del centro de masa de un sistema y lo que determina la forma en que se mueve el centro de masa.
- Cómo describir la rotación de un cuerpo rígido en términos de las coordenadas, la velocidad y la aceleración angulares.
- Cómo analizar la rotación de un cuerpo rígido cuando la aceleración angular es constante.
- Cómo relacionar la rotación de un cuerpo rígido con la velocidad y la aceleración lineales de un punto en el cuerpo.
- El significado del momento de inercia de un cuerpo en torno a un eje de rotación y cómo se relaciona con la energía cinética de rotación.
- Como calcular el momento de inercia de varios cuerpos.
- Qué significado tiene una torca producida por una fuerza.
- Cómo la torca total sobre un cuerpo afecta su movimiento de rotación.
- Cómo se analiza el movimiento de un cuerpo que gira y se mueve como un todo a través del espacio.
- Qué se entiende por momento angular de una partícula o de un cuerpo rígido.
- Cómo cambia con el tiempo el momento angular de un sistema.
- Como resolver problemas donde interviene la conservación del momento angular de un sistema.
- Las condiciones que deben satisfacerse para que un cuerpo o una estructura estén en equilibrio.
- Cuál es el significado del centro de gravedad de un cuerpo, y cómo se relaciona con su estabilidad.
- Cómo resolver problemas que implican cuerpos rígidos en equilibrio.
- El significado de la densidad de un material y la densidad media de un cuerpo.
- Qué se entiende por la presión en un fluido, y cómo se mide.
- Cómo calcular la fuerza de flotación que ejerce un fluido sobre un cuerpo sumergido en este.
- La importancia de un flujo laminar contra el flujo de un fluido turbulento, y cómo la rapidez del flujo en un tubo depende del tamaño de este último.
- Cómo utilizar la ecuación de Bernoulli para relacionar la presión y la rapidez en el flujo en diferentes puntos en ciertos tipos de fluidos.

7 Contenido:

Parcial	Capítulos	Secciones
Primer Parcial	CAP01 Unidades, cantidades física y vectores.	1.1, 1.2, 1.3, 1.4, 1.5, 1.6
	CAP02 Movimiento rectilíneo.	2.1, 2.2, 2.3, 2.4, 2.5, 2.6
	CAP03 Movimiento en dos o tres dimensiones.	3.1, 3.2, 3.3
	CAP04 Leyes del movimiento de Newton.	4.1, 4.2, 4.3, 4.4, 4.5, 4.6
	CAP05 Aplicación de las leyes de Newton.	5.1, 5.2, 5.3
Segundo Parcial	CAP05 Aplicación de las leyes de Newton.	(3.4) 5.4
	CAP06 Trabajo y energía cinética.	6.1, 6.2, 6.3, 6.4
	CAP07 Energía potencial y conservación de la energía.	7.1, 7.2, 7.3
	CAP08 Momento lineal e impulso	8.1, 8.2, 8.3, 8.4, 8.5
Tercer Parcial	CAP09 Rotación de cuerpos rígidos.	9.1, 9.2, 9.3, 9.4, 9.5, 9.6
	CAP10 Dinámica del movimiento de rotación.	10.1, 10.2, 10.3, 10.4, 10.5, 10.6
	CAP11 Equilibrio y elasticidad.	11.1, 11.2, 11.3
	CAP12 Mecánica de fluidos.	12.1, 12.2, 12.3, 12.4, 12.5

[8] Distribución de secciones:

Parcial	Examen Unificado	Evaluaciones en clase
Primer Parcial	2.1, 2.2, 2.3, 2.4, 2.5, 2.6, 3.1, 3.2, 3.3, 4.1, 4.2, 4.3, 4.4, 4.5, 4.6, 5.1, 5.2, 5.3	1.1, 1.2, 1.3, 1.4, 1.5, 1.6
Segundo Parcial	6.1, 6.2, 6.3, 7.1, 7.2, 7.3, 8.1, 8.2, 8.3, 8.4	3.4, 5.4, 6.4, 8.5
Tercer Parcial	9.4, 9.5, 10.1, 10.2, 10.3, 10.4, 10.5, 10.6, 12.1, 12.2, 12.3, 12.4, 12.5	9.1, 9.2, 9.3, 9.6, 11.1, 11.2, 11.3

[9] Disposiciones de la Asignatura:

Estas disposiciones de la asignatura de Física General I (FS-100) pretende explicar y esclarecer los procedimientos y normas que los estudiantes deben seguir en caso de tener algún problema.

a) De las evaluaciones:

- El estudiante debe presentarse quince minutos antes de la hora indicada de la evaluación en el salón asignado por la coordinación de la asignatura.
- El estudiante debe presentar obligatoria mente **una** identificación con fotografía (licencia, identidad, constancia del departamento de física o carné nuevo de la biblioteca).
- **No se permite** el uso de teléfonos celulares ni dispositivos de transmisión de datos durante la evaluación.
- Si durante la evaluación algún estudiante se le encuentra **haciendo fraude de cualquier tipo**, la evaluación es cancelada y la nota de ésta es cero (0%).

Este último es sustentado por el Reglamento de los Estudiantes de la UNAH, Capítulo IV, artículo 9, inciso c.

- El tiempo de llegada tardía máxima a la evaluación es quince minutos.
- El estudiante deberá de leer cuidadosamente el examen al comenzar y **tendrá 15 minutos para hacer preguntas de forma al supervisor**, pasados los 15 minutos no se podrá contestar ninguna pregunta y cualquier contradicción interna, falta o error en los datos que al alumno le parezca que existe en el examen, deberá ser manifestada por escrito en el propio examen y sustentada en el momento de la revisión.

b) De las asistencias a la clase:

- Si algún estudiante reporta una inasistencia a clase o a la experiencia mayor al veinticinco por ciento (25%) perderá el derecho a su evaluación en su asignatura o experiencia educativa.
Este último es sustentado por las Normas Académicas de la UNAH, Título IX, Capítulo IV, artículo 237.
- Todo docente tiene la obligación de llevar y registrar el control de asistencia de sus estudiantes.
Este último es sustentado por las Normas Académicas de la UNAH, Título IX, Capítulo IV, artículo 239.

c) De las pérdidas de alguna evaluación:

- Si algún estudiante pierde alguna evaluación por algún motivo de **fuerza mayor** éste debe ser informado al docente de la asignatura en los primeros **tres días después de la pérdida de evaluación** por cualquier medio oficial que el docente haya habilitado para comunicarse, y luego presentar las constancias acreditadas por la universidad para ser revisadas por la jefatura del depto. de Física y la coordinación de la asignatura.
Este último es sustentado por las Normas Académicas de la UNAH, Capítulo XII, artículo 178.

d) De las pérdidas de algún laboratorio:

- Si algún estudiante pierde algún laboratorio por motivo de **fuerza mayor** (duelo, accidente o enfermedad grave, que amerite reposo absoluto), de tal forma que no pueda reponerlo durante la semana de la práctica, éste debe de informar por **cualquier medio** al instructor de la asignatura en los primeros **tres días** después de la pérdida del mismo, enviando las constancias acreditadas por la universidad para ser revisadas por la coordinación de la asignatura y re-programar su reposición de práctica.

En caso de que el estudiante tenga otros motivos y estos le permitan reponer la práctica en la misma semana, se deberá informar el día siguiente de la pérdida de la práctica y solicitará al instructor **permiso para entrar a otra sección** y realizar la práctica.

Hay que tomar en cuenta que solamente se puede presentar los reportes de laboratorio si ha realizado la práctica.

e) De la reposición:

- El estudiante de grado tendrá derecho a la reposición de alguna forma de evaluación estipulada en el programa de la experiencia educativa que no pudo realizar y a la reposición de la nota más baja.

Este último es sustentado por las Normas Académicas de la UNAH, Título VIII, Capítulo XII, artículo 178.

- Para poder realizar ésta evaluación se debe presentar una boleta de pago por 100.00 Lps del Banco Lafise de la universidad.

Este último es sustentado por Plan de Arbitrios de la UNAH, Capítulo IV, artículo 11, inciso 43.

f) De la calificación final:

- La ponderación de la calificación final será la que se consensue al inicio del periodo entre los maestros y el coordinador de asignatura. Nadie puede por iniciativa propia agregar puntajes extras por actividades extracurriculares que no sean pertinentes a la asignatura.
- Si el estudiante no realiza ninguna de las evaluaciones se enviará un listado a la coordinación de laboratorios en la cuál se cancelará su nota parcial o total de laboratorio, quedando así su calificación final como cero (0% - NSP).
- Si algún estudiante se presenta a alguna de las evaluaciones esta calificación que obtenga será promediada junto con su nota de laboratorio parcial o total y será su calificación final.
- Si el estudiante presenta algún problema diferente a los antes mencionados y no quiere ser afectado en su calificación final, éste puede remitirse con su **jefe de carrera o departamento** al cual pertenece el como alumno (no al departamento o carrera de Física, excepto que sea alumno de la carrera de Física), el cual tiene potestad de cancelarle las clases.

Ni el coordinador de la Carrera de Física ni el Jefe del Departamento tienen potestad para cancelarle asignaturas a alumnos de otras carreras.

Anexo F. Preguntas conceptuales

Densidad

Pregunta conceptual 1:

La madera flota en el agua. Si mides la masa de un volumen igual de madera y agua.

- El agua tendrá una masa mayor.
- El agua tendrá una masa más baja.
- La masa de la madera y el agua será la igual.
- La masa de la madera y el agua serán de 100 gramos.

Pregunta conceptual 2:

Se midió la masa de dos cubos del mismo tamaño (igual volumen). El cubo A tenía 52 gramos y el cubo B tenía 130 gramos. Esto significa que:

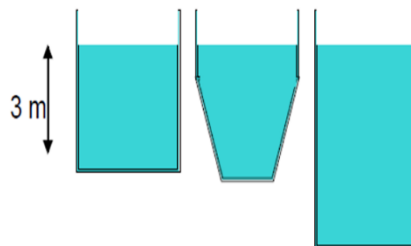
- El cubo A tiene mayor densidad.
- El cubo B tiene una densidad mayor.
- La densidad del cubo B es menor.
- Ambos cubos tiene igual densidad.

Presión y profundidad

Pregunta conceptual 1:

Tres recipientes están llenos del mismo líquido y están abiertos a la Atmósfera. La presión se mide en cada uno a una distancia de 3 m debajo de la superficie. ¿Qué podemos decir sobre las presiones?

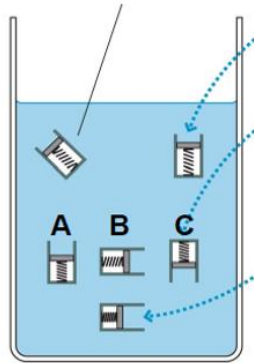
- solo dos son iguales
- las tres son diferentes
- las tres son iguales



Pregunta conceptual 2:

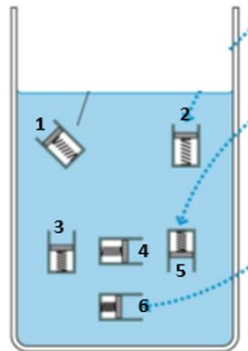
La presión mostrada en los siguientes medidores de fuerza es:

- Mayor en A
- Mayor en B
- Mayor en C
- Igual en A, B Y C

**Pregunta conceptual 3:**

¿Qué medidor de fuerza muestra la mayor presión?

- 1, 2
- 3, 4, 5
- 6
- 3, 4

**Flotación****Pregunta conceptual 1:**

Considere dos recipientes de agua idénticos llenos hasta el borde. Uno contiene solo agua, el otro tiene un pedazo de madera flotando en él. ¿Qué recipiente tiene el mayor peso?

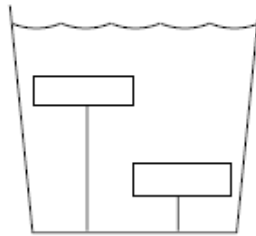
- El cubo con madera.
- El cubo sin madera.
- Los dos cubos tienen el mismo peso.



Pregunta conceptual 2:

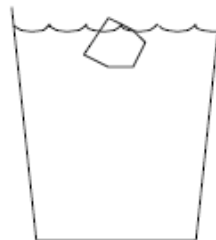
Dos objetos con el mismo volumen y ambos menos densos que el agua se mantienen bajo el agua en un cubo. Uno está más bajo en el cubo que el otro. En comparación con el objeto superior, la fuerza de flotación hacia arriba en el objeto inferior es...

- Mayor.
- Más pequeña.
- Igual.

**Pregunta conceptual 3**

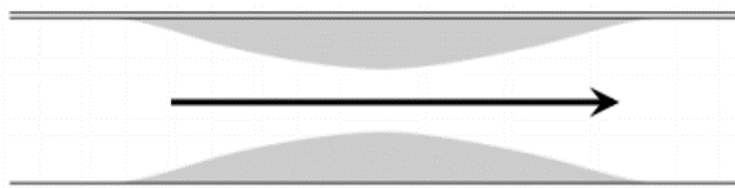
Una pieza sólida de plástico de volumen V y densidad $\rho_{\text{plástico}}$ está flotando en una taza de agua. (La densidad del agua es ρ_{agua}) ¿Cuál es la fuerza de flotación en el plástico?

- $\rho_{\text{plástico}} V$
- $\rho_{\text{agua}} V$
- $\rho_{\text{plástico}} Vg$
- $\rho_{\text{agua}} Vg$

**Flujo de fluidos****Pregunta conceptual 1:**

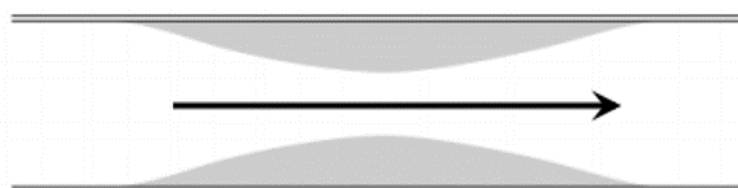
La sangre fluye a través de una arteria coronaria que está parcialmente bloqueado por depósitos a lo largo de la pared de la arteria. ¿A través de qué parte de la arteria es el flujo (volumen de sangre por unidad de tiempo) más grande?

- La parte estrecha
- La parte ancha
- Lo mismo en ambos

**Pregunta conceptual 2:**

La sangre fluye a través de una arteria coronaria que es parcialmente bloqueado por depósitos a lo largo de la arteria pared. ¿A través de qué parte de la arteria se encuentra que la velocidad de la sangre es la más grande?

- La parte estrecha
- La parte ancha
- Lo mismo en ambos



Pregunta conceptual 3:

Puedes observar fácilmente que cuando corres agua de un grifo a un ritmo moderado, la corriente de agua se estrecha a medida que desciende. Esto implica que la velocidad del agua en el punto 2 es _____ la velocidad en el punto 1. ¿Cuál opción completa mejor la oración?

- a. mayor que ($>$)
- b. menos que ($<$)
- c. igual a ($=$)

**Ecuación de Bernoulli****Pregunta conceptual 1:**

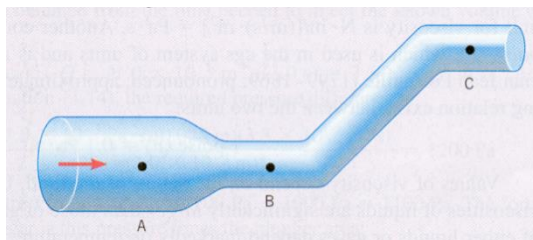
Durante una tormenta severa, un fuerte viento sopla más allá de la ventana de una casa lo suficientemente rápido como para hacer que la ventana se rompa. ¿Dónde se encontrará la mayor parte del vidrio?

- a. dentro de la casa
- b. fuera de la casa
- c. en ninguno de los dos sitios

**Pregunta conceptual 2:**

El fluido fluye de izquierda a derecha a través de una tubería como en la figura a continuación. Los puntos A y B están a la misma elevación, pero las áreas transversales de la tubería son diferentes. Los puntos B y C están a diferentes alturas, pero las áreas de la sección transversal son las mismas. Clasifique las presiones en los tres puntos, de mayor a menor.

- a. A y B igual, C
- b. C, A y B igual
- c. B, C, A
- d. C, B, A
- e. A, B, C



Pregunta conceptual 3:

Para un ala de avión (una lámina de aire), la fuerza de elevación hacia arriba es derivable de la ecuación de Bernoulli. ¿Cómo se compara la velocidad del aire sobre el ala con la velocidad del aire debajo del ala? Es.....

- a. Más rápida
- b. Más lenta
- c. Igual
- d. Desconocida

