

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**



**FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICAS**

**PROYECTO DE TITULACIÓN**

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:

**“MAGÍSTER EN EDUCACIÓN CON MENCIÓN EN ENSEÑANZA DE  
FÍSICA”**

**TEMA:**

AULA INVERTIDA BASADA EN CONCEPCIONES ALTERNATIVAS  
PARA LA ENSEÑANZA DEL PRINCIPIO DE BERNOULLI A NIVEL  
UNIVERSITARIO

**AUTOR:**

JORGE VICENTE VIVANCO ROMÁN

Guayaquil – Ecuador

2025

## RESUMEN

La enseñanza del principio de Bernoulli presenta desafíos frecuentemente, por un lado, las concepciones alternativas impiden una mejor comprensión del tema en los estudiantes, así como el uso de metodologías tradicionales que no abordan de manera eficaz estos problemas. En la presente investigación se determina la eficiencia del Aula Invertida basada en concepciones alternativas para la mejora del aprendizaje conceptual del principio de Bernoulli en estudiantes universitarios. Se sigue un diseño cuasiexperimental con grupos de control y experimental basado en pretest y postest. Para el análisis de los datos se utilizó métodos estadísticos como Shapiro Wilk y U de Mann Whitney, además, del uso del factor del Hake para medir la ganancia de aprendizaje en los grupos, la concentración de Bao para cuantificar la concentración de las preguntas en los test y el coeficiente de Cohen para determinar el impacto de la intervención metodológica. Finalmente, se utiliza una encuesta de satisfacción que permite medir el agrado de los estudiantes sobre el uso de la metodología. Los resultados obtenidos, evidencian que el uso de metodologías activas como el Aula Invertida mejora el aprendizaje conceptual del principio de Bernoulli en contextos universitarios, incluso se observa mayor motivación y ventajas considerables comparado con metodologías tradicionales.

## **ABSTRACT**

Teaching Bernoulli's principle often presents challenges, as alternative conceptions hinder students' understanding of the topic, while traditional methodologies fail to effectively address these difficulties. This study examines the effectiveness of a Flipped Classroom approach based on alternative conceptions to improve the conceptual learning of Bernoulli's principle in university students. A quasi-experimental design was applied with control and experimental groups, using pretests and posttests. Data analysis employed statistical methods such as Shapiro–Wilk and Mann–Whitney U tests, as well as Hake's factor to measure learning gains, Bao's concentration to quantify question distribution in the tests, and Cohen's coefficient to determine the impact of the methodological intervention. Additionally, a satisfaction survey was conducted to assess students' perceptions of the methodology. The results show that the use of active methodologies such as the Flipped Classroom enhances the conceptual learning of Bernoulli's principle in university contexts, with greater motivation and significant advantages compared to traditional methodologies.

## **DEDICATORIA**

A mi madre, por su sacrificio, fortaleza y amor que han sido inspiración constante  
en cada paso de mi vida.

A mis hermanas, por su condicional apoyo.

A todas aquellas personas que han estado a mi lado, brindándome su amistad y  
confianza, les dedico este trabajo con profundo cariño y gratitud.

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios, por haberme llenado de fortaleza, salud y vida para culminar esta etapa de mi vida profesional.

A la Espol, institución que me acogió y me brindó los recursos necesarios para seguir desarrollándome como profesional.

A mi director de tesis, por su guía y valiosas orientaciones que fueron fundamentales para la culminación de mi trabajo de titulación.

Y, a todos quienes, de alguna manera contribuyeron con su apoyo y motivación en este camino, les expreso mi más sincero agradecimiento.

“La educación es lo que queda después de olvidar lo que se ha aprendido en la escuela”

*Albert Einstein*

## Declaración Expresa

---

Yo Jorge Vicente Vivanco Román acuerdo y reconozco que: La titularidad de los derechos patrimoniales de autor (derechos de autor) del proyecto de graduación corresponderá al autor, sin perjuicio de lo cual la ESPOL recibe en este acto una licencia gratuita de plazo indefinido para el uso no comercial y comercial de la obra con facultad de sublicenciar, incluyendo la autorización para su divulgación, así como para la creación y uso de obras derivadas. En el caso de usos comerciales se respetará el porcentaje de participación en beneficios que corresponda a favor del autor.

La titularidad total y exclusiva sobre los derechos patrimoniales de patente de invención, modelo de utilidad, diseño industrial, secreto industrial, secreto empresarial, derechos patrimoniales de autor sobre software o información no divulgada que corresponda o pueda corresponder respecto de cualquier investigación, desarrollo tecnológico o invención realizada por mí durante el desarrollo del proyecto de graduación, pertenecerán de forma total, exclusiva e indivisible a la ESPOL, sin perjuicio del porcentaje que me corresponda de los beneficios económicos que la ESPOL reciba por la explotación de mi innovación, de ser el caso.

En los casos donde la Oficina de Transferencia de Resultados de Investigación (OTRI) de la ESPOL comunique al autor que existe una innovación potencialmente patentable sobre los resultados del proyecto de graduación, no se realizará publicación o divulgación alguna, sin la autorización expresa y previa de la ESPOL.

Guayaquil, 10 de septiembre del 2025.

Jorge Vicente Vivanco Román

Autor

# EVALUADORES

---

Manuel Álvarez Alvarado, PhD.

**TUTOR**

---

Víctor Velasco Galarza, MSc.

**EVALUADOR**

---

Eduardo Montero Carpio, MSc.

**PRESIDENTE**

## **ABREVIATURAS O SIGLAS**

**INEVAL:** Instituto Nacional de Evaluación Educativa

**MF:** Mecánica de Fluidos

**TIC:** Tecnologías de la Información y la Comunicación

**KBS:** Sistema Basado en el Conocimiento

**ICAP:** Interactivo, Constructivo, Activo y Pasivo

**KACIE:** Ecosistema de Integración del Conocimiento y el Plan de Estudios

**LMS:** Sistema de Gestión de Aprendizaje

**PBL:** Aprendizaje Basado en Problemas

**ABP:** Aprendizaje Basado en Proyectos

**TBL:** Aprendizaje Basado en Equipos

**SPSS:** Statistical Package for the Social Sciences

# TABLA DE CONTENIDO

<b>RESUMEN</b> .....	<b>II</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>III</b>
<b>DEDICATORIA</b> .....	<b>IV</b>
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	<b>V</b>
<b>Declaración Expresa</b> .....	<b>VI</b>
<b>EVALUADORES</b> .....	<b>VII</b>
<b>ABREVIATURAS O SIGLAS</b> .....	<b>VIII</b>
<b>TABLA DE CONTENIDO</b> .....	<b>IX</b>
<b>LISTADO DE FIGURAS</b> .....	<b>XII</b>
<b>LISTADO DE TABLAS</b> .....	<b>XIII</b>
<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
<b>1.1. Antecedentes</b> .....	<b>1</b>
<b>1.2. Descripción del problema</b> .....	<b>2</b>
<b>1.3. Objetivos</b> .....	<b>4</b>
1.3.1.    Objetivo general .....	<b>4</b>
1.3.2.    Objetivos específicos .....	<b>4</b>
<b>1.4. Hipótesis</b> .....	<b>4</b>
<b>1.5. Alcance</b> .....	<b>4</b>
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>6</b>
<b>2. MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>6</b>
<b>2.1. Enseñanza de la Física (Mecánica de Fluidos)</b> .....	<b>6</b>
<b>2.2. Modelos para la enseñanza de Mecánica de Fluidos</b> .....	<b>10</b>

2.3.	Metodologías para la Enseñanza de Mecánica de Fluidos .....	14
2.3.1.	Aula invertida para la enseñanza de Mecánica de Fluidos a nivel universitario .....	18
2.4.	Factor de Hake y Concentración de Bao .....	25
<b>CAPÍTULO 3 .....</b>		<b>29</b>
<b>3.</b>	<b>METODOLOGÍA .....</b>	<b>29</b>
3.1.	Enfoque de investigación .....	29
3.2.	Diseño de investigación.....	29
3.3.	Población y muestra .....	30
3.4.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	31
3.5.	Técnicas y herramientas de procesamiento de datos .....	32
<b>CAPÍTULO 4 .....</b>		<b>34</b>
<b>4.</b>	<b>RESULTADOS .....</b>	<b>34</b>
4.1.	Análisis estadístico de los grupos.....	34
4.2.	Ganancia de aprendizaje (Factor de Hake) y Concentración de Bao .....	40
<b>CAPÍTULO 5 .....</b>		<b>49</b>
<b>5.</b>	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>49</b>
5.1.	Conclusiones.....	49
5.2.	Recomendaciones.....	50
5.3.	Futuras Investigaciones.....	51
<b>6.</b>	<b>Referencias.....</b>	<b>1</b>
<b>7.</b>	<b>Apéndices y anexos.....</b>	<b>6</b>
7.1.	Apéndice A. Propuesta didáctica .....	6
7.2.	Apéndice B. Pretest y postest.....	6
7.3.	Apéndice C. Cuestionario de satisfacción .....	6
7.4.	Apéndice D. Pruebas de normalidad en SPSS .....	7

<b>7.5.</b>	<b>Apéndice E. Prueba no paramétrica U de Mann-Whitney .....</b>	<b>9</b>
<b>7.6.</b>	<b>Apéndice F. Tamaño del efecto d de Cohen.....</b>	<b>11</b>
<b>7.7.</b>	<b>Apéndice G. Medición del factor de Hake .....</b>	<b>12</b>
<b>7.8.</b>	<b>Apéndice H. Medición de la concentración de Bao .....</b>	<b>13</b>
<b>7.9.</b>	<b>Apéndice I. Medición del Alpha de Cronbach para el cuestionario de satisfacción ....</b>	<b>14</b>

## LISTADO DE FIGURAS

<b>Figura 2.1.</b> Ventajas de los modelos de enseñanza de Mecánica de Fluidos .....	14
<b>Figura 2.2.</b> Metodologías para la enseñanza de Mecánica de Fluidos .....	18
<b>Figura 2.3.</b> Fases de la aplicación del Aula Invertida en la enseñanza de Mecánica de Fluidos .....	25
<b>Figura 2.4.</b> Esquema de zonas de Bao y Redish .....	27
<b>Figura 3.1.</b> Proceso metodológico para la obtención y análisis de los resultados	33
<b>Figura 4.1.</b> Promedio del Pretest en los grupos de control y experimental .....	35
<b>Figura 4.2.</b> Promedio del Postest en los grupos de control y experimental .....	36
<b>Figura 4.3.</b> Puntaje vs Concentración para el pretest y postest en el grupo experimental .....	43
<b>Figura 4.4.</b> Puntaje vs Concentración para el pretest y postest en el grupo control .....	43
<b>Figura 4.5.</b> Pregunta 2 del test .....	45
<b>Figura 4.6.</b> Pregunta 4 del test .....	46
<b>Figura 4.7.</b> Pregunta 5 del test .....	47

## LISTADO DE TABLAS

<b>Tabla 2.1.</b> Diferencias entre una clase usando el Aula Invertida y una clase tradicional.....	20
<b>Tabla 2.2.</b> Actividades y estrategias para el uso del Aula Invertida .....	21
<b>Tabla 2.3.</b> Interpretación de la ganancia de Hake (G). .....	26
<b>Tabla 2.4.</b> Codificación para la concentración de Bao .....	28
<b>Tabla 2.5.</b> Combinaciones del puntaje y factor de concentración .....	28
<b>Tabla 4.1.</b> Distribución de la población en los grupos.....	34
<b>Tabla 4.2.</b> Prueba de normalidad para los grupos de control y experimental .....	37
<b>Tabla 4.3.</b> Prueba U de Mann-Whitney para el pretest y postest en ambos grupos .....	38
<b>Tabla 4.4.</b> Estadísticos descriptivos de los grupos y los test aplicados .....	39
<b>Tabla 4.5.</b> Ganancia de aprendizaje en los grupos de control y experimental.....	41
<b>Tabla 4.6.</b> Puntuación y concentración para el grupo de control.....	41
<b>Tabla 4.7.</b> Nivel de satisfacción promedio por la aplicación de la metodología ....	47

# CAPÍTULO 1

## 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Antecedentes

La metodología que el docente utiliza es uno de los elementos más importantes para que el proceso de enseñanza-aprendizaje sea el más adecuado, sobre todo, en los contextos en que a los estudiantes se les dificulta asimilar las temáticas, conceptos y demás información que el docente les brinda, como el caso de la asignatura de Física. Bajo este contexto, el docente debe escoger y utilizar los mejores métodos, recursos y estrategias que le permitan desarrollar un aprendizaje significativo durante el proceso de formación, vale recalcar que esto funciona en general para cualquier nivel educativo. En las instituciones de educación superior se reciben estudiantes que provienen de los niveles de educación secundaria, quienes han desarrollado competencias y habilidades en su formación, por lo que es importante analizar el contexto con los que ingresan a estas instituciones.

La asignatura de Física aborda entre sus principales retos la comprensión de los fenómenos físicos, tal como asegura el perfil del bachiller ecuatoriano. Esto puede convertirse en un verdadero desafío porque se espera que los estudiantes sean capaces de relacionar la teoría con la práctica y sobre todo utilizarlo en su vida diaria. La obligatoriedad de esta asignatura en el sistema educativo supone una necesidad para que el estudiante sea capaz de desarrollar sus competencias y habilidades básicas no solo en el nivel de bachillerato, sino también en su futuro profesional y es ahí donde la mayoría de estudiantes fracasan en el proceso de aprendizaje. En Ecuador se obtiene un alto porcentaje de estudiantes que están por debajo del nivel básico de competencias frente a un pequeño porcentaje que llegan a los niveles más altos, específicamente, en ciencias donde se encuentra la asignatura de Física, el 57 % de estudiantes no alcanzaron el nivel 2, siendo 6 el nivel más alto de comprensión (Instituto Nacional de Evaluación Educativa [Ineval], 2018).

Una de las evaluaciones que se registra a nivel nacional, se denomina “Ser Bachiller” la cual tiene como objetivo principal evaluar el dominio matemático, lingüístico, científico y social de los estudiantes de 3ro de bachillerato, donde los resultados para el dominio de ciencias evidencian que entre los años 2014-2020 el promedio es de 67,85 % de estudiantes que obtuvieron los niveles más bajos de comprensión (Elemental e Insuficiente) (Ineval, s.f.).

En el año lectivo 2022-2023, el 70,0 % de los estudiantes del nivel de bachillerato alcanzaron el nivel de logro mínimo de competencia (700 puntos), mientras que el 30,0 % superó el mismo. El nivel de logro Elemental predominó en el campo de Física, es decir, el 70,0 % obtuvo promedios entre 600 a 699 puntos. En las últimas evaluaciones denominadas “Ser Estudiante” los resultados obtenidos evidencian que, a nivel nacional para la asignatura de Física, se obtuvo un promedio 694/1000 que revela la falta de comprensión sobre esta asignatura (Ineval, 2023).

Los datos descritos son preocupantes, pues la falta de comprensión en la asignatura de Física es un hecho que se lleva desde los niveles educativos bajos hasta los más altos, como en el caso de la educación superior. Si esto sucede de manera general en la asignatura de Física, pues también lo podemos observar en la temática de dinámica de fluidos donde los estudiantes tienen concepciones alternativas de cómo funcionan los principios físicos y se les dificulta extrapolar la teoría con sus vivencias propias. Para afrontar estos problemas, el rol del docente juega un papel importante para la selección de las metodologías adecuadas, tal como aseguran Muñoz y Tamayo (2023), quienes descubren que una metodología relevante que evidencia una mejora significativa en el aprendizaje de Física es el Aula Invertida en comparación con los métodos de enseñanza tradicionales, además, recalcan ventajas importantes en la motivación, habilidades de pensamiento crítico, capacidad numérica, entre otras.

## **1.2. Descripción del problema**

En el contexto de la física, las dificultades en las etapas introductorias que permiten una buena comprensión de los conceptos es primordial, tal como aseguran Putra & Rahman (2019), quienes experimentaron que los estudiantes

poseen dificultades para aprender ciertas asignaturas, especialmente las de física, además, destacaron problemas relacionados con el material didáctico, los métodos y estrategias de aprendizaje, problemas externos como la presión de los padres por seguir carreras universitarias relacionadas a la física y el abandono prematuro a las mismas, entre otros.

La dificultad en la comprensión de las ciencias se deriva de la necesidad de relacionar la teoría con la práctica, se espera que el estudiante sea capaz de realizar la correcta interpretación del fenómeno físico y es por eso que suele mal entender el comportamiento de la dinámica de fluidos, más aún cuando se está hablando del principio de Bernoulli, pues en un inicio pensarían que no tiene alguna importancia en su vida diaria o simplemente no le encuentran utilidad.

Estas dificultades podrían estar asociadas a los problemas cognitivos que los estudiantes llevan desde el inicio de sus estudios, así lo asegura Martínez (2021), quien demuestra que los alumnos responden al desarrollo de ejercicios en mecánica de fluidos con notable destreza cuando las demandas cognitivas son de baja intensidad, en cambio, cuando dichas demandas aumentan, únicamente un porcentaje marginal del grupo muestra resultados destacados y aceptables.

Otra de las dificultades son las concepciones alternativas que presentan al momento de empezar el estudio de un tema en específico, Carrascosa-Alís (2005) explica algunos factores que en parte se asocian a estas ideas, como: “las experiencias físicas cotidianas, el lenguaje de la calle y los distintos medios de comunicación, la existencia de errores conceptuales en algunos libros de texto y otros aspectos de tipo metodológico” (p. 201).

Más a detalle, la dificultad en la comprensión del principio de Bernoulli es que las variables que conlleva no son entendidas y aprendidas con facilidad por el estudiante, pues implican muchas concepciones alternativas que están ligadas a las creencias de las observaciones en su contexto (Barbosa, 2013).

La forma tradicional en la enseñanza del principio de Bernoulli provoca un aprendizaje inadecuado, los estudiantes se sienten forzados a aprender y no tienen la libertad de hacerlo por sí mismos (Fazio, 2020). El aula invertida como estrategia metodológica, representa una alternativa eficaz que desarrolla en los estudiantes

su propio conocimiento, ya que propone el cambio de roles entre docente y estudiante que permite interactuar de manera adecuada en las aulas de clase y como consecuencia que el aprendizaje sea significativo. De esta forma, se aspira que sea el estudiante quien cree su propio conocimiento y a la vez, sea un ente activo en el proceso de enseñanza aprendizaje.

### **1.3. Objetivos**

#### **1.3.1. Objetivo general**

Determinar la eficiencia del Aula Invertida basada en concepciones alternativas como metodología didáctica para la mejora del aprendizaje conceptual del principio de Bernoulli en estudiantes universitarios.

#### **1.3.2. Objetivos específicos**

- Diseñar una propuesta didáctica basada en el Aula Invertida que incorpore concepciones alternativas para el aprendizaje conceptual del principio de Bernoulli.
- Implementar la propuesta didáctica en un grupo experimental, para la evaluación de su impacto en la mejora del aprendizaje conceptual del principio de Bernoulli en comparación con metodologías tradicionales.
- Evaluar los resultados obtenidos de la aplicación de la propuesta didáctica mediante grupos experimental y de control, verificando la efectividad del Aula Invertida para la adquisición del aprendizaje conceptual del principio de Bernoulli.

### **1.4. Hipótesis**

La implementación de metodologías didácticas como el Aula Invertida basada en concepciones alternativas mejora el aprendizaje conceptual del principio de Bernoulli en estudiantes universitarios.

### **1.5. Alcance**

En esta investigación se tuvo un alcance explicativo y aplicado. Está enfocada en determinar la efectividad de la metodología del Aula Invertida basada

en concepciones alternativas en la mejora del aprendizaje conceptual del principio de Bernoulli, aplicada en estudiantes universitarios del tercer ciclo de la carrera de Pedagogía de las Matemáticas y la Física.

El estudio se limita a una muestra conformada por dos grupos: uno experimental y otro de control, a quienes se les aplicó un diseño cuasi-experimental basado en pretest-posttest con grupo de control (Dugard & Todman, 1995). Se centra principalmente en comprobar los cambios en el aprendizaje conceptual, antes y después de la intervención educativa. Identificar la persistencia de o superación de concepciones alternativas relacionadas con el tema. Y, finalmente, valorar el potencial pedagógico que pueda ofrecer esta metodología para el proceso de enseñanza aprendizaje de la física en contextos de formación docente.

Es así que, no se pretende generalizar los resultados a toda la población universitarios, sin embargo, ofrece las evidencias necesarias en un contexto particular que permitan realizar un análisis y discusión sobre la innovación metodológica en la enseñanza de la Mecánica de Fluidos.

## **CAPÍTULO 2**

### **2. MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. Enseñanza de la Física (Mecánica de Fluidos)**

Desde tiempos ancestrales, el ser humano ha buscado comprender los fenómenos naturales que lo rodean, impulsado por su curiosidad innata hacia la búsqueda del conocimiento, lo que ha permitido desentrañar las leyes que rigen el comportamiento de la naturaleza. En este contexto, la física emerge como una rama fundamental de la ciencia, encargada de estudiar y explicar estos fenómenos. Su enseñanza en los entornos educativos es clave no solo para fomentar la investigación científica, sino también para formar individuos con un pensamiento crítico más agudo. Sin embargo, este proceso educativo no está exento de desafíos, muchos de los cuales están profundamente arraigados en las dinámicas del contexto educativo actual.

El vertiginoso avance de la ciencia ha ampliado significativamente el campo de la física, incorporando nuevos contextos y áreas de estudio. Es así que, dentro de este marco, la enseñanza de la Mecánica de Fluidos (MF), una rama importante de la física, adquiere particular relevancia. En este capítulo, se analizará primero el proceso de enseñanza de la física de manera general, para luego profundizar en los aspectos específicos que caracterizan la enseñanza de la MF, una disciplina esencial para la comprensión de fenómenos que suceden en la naturaleza.

La enseñanza de la física, según Nertivich (2023), requiere que el docente adopte un enfoque multifacético que facilite a los estudiantes una comprensión profunda de los principios físicos, en lugar de fomentar una simple memorización. El autor subraya la importancia de seleccionar contenidos apropiados que estén alineados con el plan de estudios como en las necesidades de los estudiantes, lo cual fomenta su participación activa en el proceso de aprendizaje. Además, resalta el papel crucial que desempeña la dinámica del aula, la evaluación formativa y la retroalimentación constante en el desarrollo de competencias científicas.

Enfatiza numerosas ventajas que mejoran el aprendizaje de la física, tales como la comprensión de los conceptos y su aplicación en situaciones de la vida diaria, así como la continuación de estudios en áreas científicas e ingenieriles. El aprendizaje de la física también facilita la creación de conexiones interdisciplinarias con otras ciencias como la química y la biología, además de fortalecer la apreciación de su relevancia en ámbitos como la tecnología, la ingeniería y la vida diaria. Estos beneficios apoyan a una educación integral que capacita al estudiante a enfrentar los diversos desafíos tanto académicos como profesionales.

No obstante, se identifican algunas limitaciones que pueden afectar la eficacia del proceso de aprendizaje de física. Entre estas, la complejidad de los conceptos que pueda provocar frustración y desconexión, especialmente para aquellos estudiantes que presentan dificultades para el pensamiento abstracto o habilidades matemáticas. La falta de recursos especializados como equipos de laboratorio o materiales didácticos, así como la carencia de una formación sólida del profesorado o de estrategias de enseñanza eficaces. Además, la motivación del estudiante puede verse afectada si percibe a la física menos atractiva en comparación con otras asignaturas. Finalmente, la dificultad en el proceso de evaluación, lo que conlleva a que el docente conozca diversas estrategias de evaluación que respondan a las distintas necesidades de aprendizaje.

Por otro lado, con el auge de las tecnologías, Siswanto et al. (2022) proponen un contexto de aprendizaje digital, lo que implica el uso de varias herramientas y métodos digitales, así como enfoques de aprendizaje basados en tecnologías. Este enfoque permite al estudiante participar activamente en el aprendizaje, fomentar su responsabilidad y potenciar la calidad de su investigación y comprensión.

Los resultados que este enfoque propone son positivos, pues evidencia una mejora en la experiencia educativa tanto para profesores como para estudiantes. Entre los principales beneficios destacan la accesibilidad a los recursos y materiales de física desde cualquier lugar, la percepción de una asignatura más atractiva haciendo uso de herramientas digitales y plataformas interactivas, y la posibilidad de obtener retroalimentación continua gracias a las plataformas en línea. Estos

elementos contribuyen a mejorar la comunicación y potenciar las oportunidades de desarrollo profesional y personal.

Sin embargo, también existen desafíos asociados con los entornos tecnológicos, especialmente debido al rápido avance de la tecnología. Entre las principales dificultades se encuentran la necesidad de adaptación a las diversidades de los estudiantes, la participación permanente, la evaluación de desempeño en entornos digitales y las limitaciones al acceso de ciertos recursos.

En este contexto, se presta especial atención en abordar áreas más específicas dentro de la física, como la enseñanza de la MF. Este campo presenta desafíos didácticos que requieren acciones específicas por parte del docente para facilitar la comprensión de los fenómenos de estudio.

La enseñanza de la MF, implica varios aspectos cuyo objetivo es mejorar la experiencia de aprendizaje de los estudiantes. Según Vaidya (2020), una buena alternativa para abordar esta disciplina es utilizar el contexto histórico, lo que permite a los estudiantes apreciar la evolución del campo y su importancia en diversas aplicaciones. Asimismo, recomiendan que los docentes desglosen los contenidos más complejos en secciones más sencillas para facilitar su comprensión, promoviendo un enfoque interdisciplinario que conecte con otras ciencias, el uso de estrategias de aprendizaje activo, la evaluación formativa y el uso de tecnología.

Estas prácticas impulsan a un mejor desempeño educativo, especialmente en el caso de las disciplinas de ingeniería, donde la MF es fundamental. Su estudio es clave para entender fenómenos del mundo real, como los sistemas de suministro de agua, la climatología y la aerodinámica. Además, desarrolla habilidades de resolución de problemas, el análisis de sistemas complejos, la oportunidad para la innovación e investigación, así como una mayor capacidad de visualizar patrones de flujo y comportamiento.

No obstante, la enseñanza de esta asignatura enfrenta ciertas limitaciones debido a su naturaleza abstracta y a la complejidad de sus conceptos, pues resulta verdaderamente difícil para los estudiantes. También se identifican obstáculos como la falta de equipo o recursos especializados para la experimentación y

simulaciones, las limitaciones curriculares respecto al tiempo de aprendizaje destinado para este tema, y la prevalencia de métodos de evaluación tradicionales que no evalúan estrictamente la capacidad del estudiante para aplicar los principios de la MF en problemas del mundo real.

En 2021, el mismo autor argumenta que la enseñanza de la MF puede ser más efectiva cuando se incorpora tecnologías, lo que involucra herramientas de software y recursos en línea. Desde una perspectiva pedagógica, recomienda el uso de enfoques educativos variados que abarcan desde experimentos prácticos hasta entornos de aprendizaje interactivos. Además, destaca la importancia de una presentación fluida de los conceptos, el uso del aprendizaje colaborativo y de métodos de evaluación innovadores.

Los beneficios incluyen una mejora en la experiencia educativa y en las habilidades prácticas de los estudiantes. Más específicamente, se centra en las aplicaciones prácticas que se pueden desarrollar en el mundo real, tales como el estudio de los cambios climáticos, la construcción de edificios y el diseño de automóviles. Estos contextos brindan a los estudiantes una oportunidad de aprendizaje práctico, mayor participación y una preparación adecuada para futuras carreras en áreas técnicas y científicas.

Entre las limitaciones se encuentran, además de las mencionadas en el 2020, las restricciones curriculares que limitan tiempo de estudio del tema y la integración interdisciplinaria reducida, dado que no siempre se suele integrar con otras asignaturas del plan de estudio. Esto impide que los estudiantes perciban las conexiones de esta disciplina con otros campos científicos.

En síntesis, la enseñanza de la física, y en particular de la MF, busca mejorar la comprensión de los estudiantes mediante enfoques de enseñanza centrados en el estudiante que faciliten la comprensión de los fenómenos físicos que los rodean. Por ello, en el presente estudio se adopta la postura a favor de un enfoque integrador y tecnológico para la enseñanza de la MF. Se espera que se pueda combinar el uso de recursos digitales y entornos interactivos con métodos pedagógicos activos, que busque no solo la transmisión del conocimiento, sino el desarrollo de habilidades prácticas y la capacidad de aplicación de los principios

físicos a problemas reales. Así también, se espera contribuir a la formación de estudiantes cada vez más preparados para los retos que se les puedan presentar en su vida profesional, con una visión amplia de la aplicabilidad de la física en su entorno.

## **2.2. Modelos para la enseñanza de Mecánica de Fluidos**

Antes de presentar algunos modelos que han sido desarrollados para la enseñanza de Mecánica de Fluidos, es fundamental definir lo que constituye un modelo de enseñanza, este es “un plan o patrón que puede utilizarse para configurar el plan de estudios, diseñar el material didáctico y orientar la enseñanza en el aula y en otros contextos” (Cheng, 2023, p. 2285). De este modo, los modelos permiten al docente optimizar las formas de enseñanza con el fin de mejorar los resultados de aprendizaje en los estudiantes.

Uno de los modelos constructivistas para la enseñanza de Mecánica de Fluidos, es el propuesto por Chau (2005), que consiste en un Sistema Basado en el Conocimiento (KBS, por sus siglas en inglés), que pretende enriquecer la experiencia educativa de los estudiantes de ingeniería mediante la integración de metodologías innovadoras y elementos interactivos. El modelo KBS emplea un paquete didáctico interactivo que ayuda a los estudiantes a familiarizarse con los conceptos abstractos, posibilitando que sean más tangibles y relacionados a su entorno diario. Además, utiliza un tipo de codificación que permite realizar simulaciones, ofreciendo una experiencia análoga a la interacción humana. Una de sus características más importantes es la capacidad del sistema para evaluar la comprensión del estudiante, brindándole retroalimentación sobre sus respuestas, lo que genera un aprendizaje dirigido a través de la evaluación diagnóstica.

A pesar de las numerosas ventajas que ofrece el modelo, también presenta algunos inconvenientes como el hecho mismo que conlleva su dependencia a la tecnología. Esto puede resultar un problema para estudiantes que tienen acceso limitado a esta. Así también, algunos críticos argumentan que la enseñanza a través de este modelo podría no igualar la eficacia de la enseñanza presencial de forma tradicional. La retroalimentación que brinda es a menudo limitada, lo que puede

llevar a los estudiantes a necesitar explicaciones más detalladas o quizá diferentes expectativas que solo un docente capacitado podría satisfacer.

En el año 2016, Burgher et al. desarrollan el modelo ICAP (Interactivo, Constructivo, Activo y Pasivo) que clasifica los diversos modos de participación de los estudiantes durante las actividades de aprendizaje para la enseñanza de MF. Al incluir sesiones interactivas, se espera que los estudiantes retengan y comprendan mejor los conceptos, dado que este modelo les permite manipular y explorar de manera activa. Asimismo, el modelo destaca la importancia de la participación constructiva, que implica trabajar con modelos físicos para derivar principios o a la vez resolver problemas.

Los resultados demostraron que el modelo ICAP proporciona beneficios significativamente superiores en comparación con el aprendizaje pasivo. Promueve el aprendizaje activo y gestiona la carga cognitiva, facilitando así la comprensión de conceptos complejos. Asimismo, las lecciones se centran en los niveles de habilidades cognitivas que propone la taxonomía de Bloom, lo que contribuye a un aprendizaje más estructurado y eficaz.

Sin embargo, entre las limitaciones del modelo se encuentra su dependencia con los niveles de actividades de Bloom, así como el uso intensivo de recursos. Esto puede limitar su aplicación en todos los contenidos de la asignatura, lo que sugiere que se puedan requerir otros métodos de enseñanza para garantizar una comprensión profunda del tema de estudio.

Para el año 2018, Solomon et al., propusieron un modelo estructurado e interactivo basado en la taxonomía de Bloom, denominado KACIE (Ecosistema de Integración del Conocimiento y el Plan de Estudios) que incorpora actividades prácticas y ejercicios colaborativos para la resolución de problemas, así como la presentación de conceptos interconectados en lugar de capítulos tradicionales. Utiliza recursos multimedia, como videoconferencias animadas para abordar conceptos complejos y técnicas de andamiaje que permiten al estudiante avanzar en temas cada vez más desafiantes.

Adicionalmente, el modelo destaca la importancia de realizar evaluaciones periódicas, como hojas de actividades y lecciones sumativas. Estas evaluaciones

permiten tanto al docente como al estudiante identificar áreas de mejora con el objetivo de lograr un aprendizaje significativo. Una de las ventajas más destacadas es su capacidad de involucrar activamente a los estudiantes en su proceso de formación, lo que se traduce en una experiencia de aprendizaje enriquecedora y eficaz, contribuyendo a la reducción de las tasas de fracaso académico.

No obstante, el modelo presenta algunas deficiencias que se deben tomar en cuenta. Entre ellas, se encuentran las limitaciones en las instalaciones que conlleva a no utilizar materiales para las actividades prácticas. Además, al haberse aplicado a una población muy pequeña, su eficacia no se ha podido establecer de manera concluyente, lo que requiere la recolección de datos más amplios. Por último, el tiempo representa otra limitante, ya que la naturaleza interactiva y práctica del modelo podría requerir más tiempo que los modelos tradicionales, lo que a su vez conlleva a no poder cubrir todo el contenido del plan de estudio de manera integral.

Naidoo & Ramanamane (2020), presentan un modelo efectivo basado en el conectivismo, una teoría que apoya la integración del aprendizaje electrónico y las redes sociales, para la enseñanza de MF en un entorno universitario abierto. Este enfoque combina el aprendizaje en línea y presencial, mejorando así la accesibilidad para los estudiantes que, debido a sus compromisos laborales y limitaciones de tiempo, no podrían beneficiarse de las formas tradicionales de enseñanza. Este modelo permite a los estudiantes construir su propio conocimiento, adaptándose a sus necesidades y ritmos de aprendizaje.

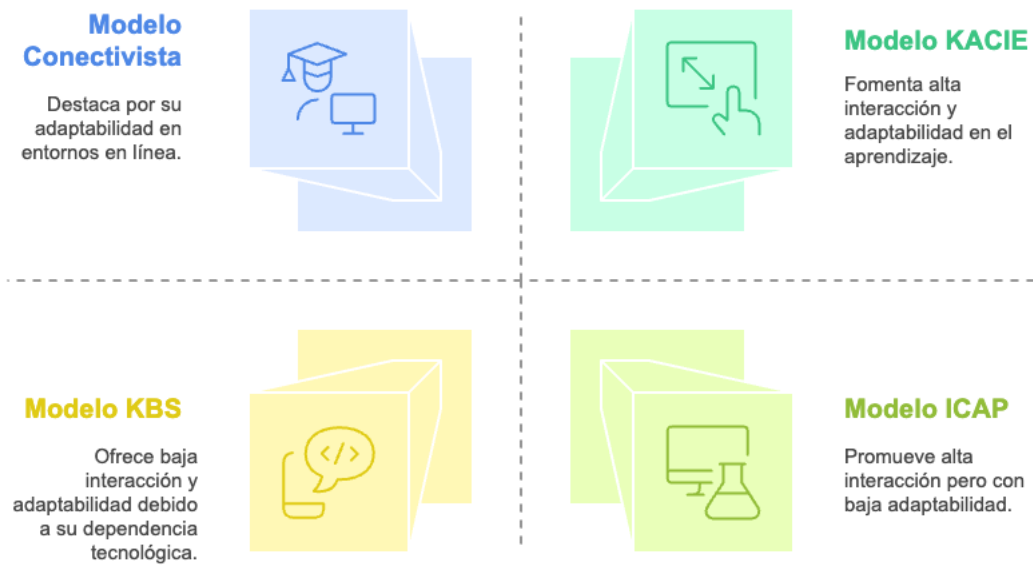
En términos de evaluación, el modelo incluye dos evaluaciones formativas: una escrita y otra práctica, que representan el 20 % de la calificación total, mientras que el 80 % corresponde al examen final. Además, incluye un Sistema de Gestión de Aprendizaje (LMS) que facilita un entorno de aprendizaje más dinámico y colaborativo entre estudiantes y docentes. Entre las ventajas más remarcadas se encuentra la mejora del rendimiento académico, ya que ayuda a identificar las áreas donde los estudiantes necesitan más apoyo y permite a los docentes adaptar sus estrategias de enseñanza a las percepciones cognitivas de los estudiantes.

Es posible que el modelo no sea eficaz al igual que los anteriores, pues de acuerdo a los datos, se muestra una caída notable en el 2015 y un buen desempeño en el 2016, lo que pone en duda que no pueda ser eficaz para los diferentes grupos de estudiantes que se puedan presentar, con base a lo expuesto, se puede observar que el contenido de Mecánica de Fluidos es desafiante, es decir, presenta complejidad de abordaje para quienes están empezando en esta asignatura. Por lo tanto, la interacción permanente entre estudiantes y docentes se convierte en un aspecto primordial para alcanzar los objetivos de aprendizaje.

A pesar de que el modelo que proponen Naidoo & Ramanamane está diseñado para la educación a distancia, las ventajas que ofrece lo convierten en una opción viable para la enseñanza de MF. Este modelo no solo busca facilitar el acceso a los recursos que ayuden al estudiante a comprender el comportamiento de los fenómenos, sino, también impulsa la autonomía y la capacidad de generar su propio aprendizaje.

Sin embargo, hay que reconocer que, si bien cada modelo es único, la enseñanza eficaz conlleva necesariamente la combinación de distintas formas de enseñar, que permitan abordar la complejidad de los conceptos en la MF, garantizando una experiencia educativa eficaz y adaptada a la diversidad de necesidades de los estudiantes. Es así que, para esta investigación y basados en la Figura 2.1, se considerará un enfoque que combine los aspectos más efectivos de los modelos presentados, promoviendo un entorno de aprendizaje inclusivo y dinámico que prepare al estudiante a enfrentar los diferentes desafíos que podrían encontrarse en esta disciplina.

**Figura 2.1. Ventajas de los modelos de enseñanza de Mecánica de Fluidos**



### **2.3. Metodologías para la Enseñanza de Mecánica de Fluidos**

Como se ha mencionado en el apartado anterior, los modelos de enseñanza son fundamentales en la planificación que realiza el docente para configurar un plan de estudios, Sin embargo, aún queda por definir cómo se debería enseñar, lo que da origen a las metodologías de enseñanza. Estas metodologías se refieren al enfoque sistemático y a las estrategias que utiliza el docente al momento de planificar, implementar y evaluar el proceso de aprendizaje. Abarcan diferentes técnicas, prácticas y principios que rigen la forma en que se imparte clase, así como también la manera que los estudiantes interactúan en dicho proceso (Aliligay et al., 2022).

Utilizar una metodología adecuada es clave para que el proceso de aprendizaje alcance los objetivos educativos. Según los autores, el docente debe seleccionar la mejor forma de enseñar, escogiendo la metodología y las estrategias más eficaces para la enseñanza de MF. Recomiendan incluir enfoques colaborativos y prácticos que permita la interacción directa entre los estudiantes y los materiales de estudio, facilitando así la aplicación de sus conocimientos en situaciones prácticas. A continuación, se destacan algunas metodologías basadas en estos principios que han sido específicamente usadas para la enseñanza de MF.

Una de las metodologías empleadas por Mora-Melia et al. (2024) es el Aprendizaje Basado en Problemas (PBL), el cual hace hincapié en el aprendizaje activo y colaborativo. Esta metodología promueve la participación de los estudiantes para la solución de problemas en contextos reales, en lugar de centrarse únicamente en conceptos teóricos, lo que permite el desarrollo de las habilidades de pensamiento crítico, ya que al analizar los problemas y evaluarlos, son capaces de tomar decisiones informadas en función de sus hallazgos. Además, el PBL suele incorporar el uso del laboratorio, en el cual se pueden medir variables y recopilar datos, mejorando así la experiencia práctica en los estudiantes.

La metodología genera un entorno de aprendizaje adecuado en el que los estudiantes mejoran sus habilidades de exploración y experimentación, lo que incrementa su motivación por aprender y resulta en un desempeño académico significativo. Generalmente, se reconocen los beneficios en la comprensión teórica-práctica de conceptos abstractos y complejos relacionados con la dinámica de fluidos.

No obstante, las desventajas del PBL suelen relacionarse con su uso intensivo de recursos, como tiempo, materiales y acceso a ambientes de aprendizaje, lo cual puede ser un desafío para instituciones con presupuestos limitados. Así también, su efectividad depende en gran medida del conocimiento que tengan los instructores sobre esta metodología y de la complejidad conceptual del tema.

Otra metodología utilizada es el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), que consiste en fomentar el aprendizaje activo a través de proyectos atractivos. Permite a los estudiantes aplicar conceptos teóricos a situaciones prácticas mediante un proceso iterativo que incluye ciclos de planificación, ejecución y reflexión. Utiliza técnicas como la analogía hidráulica para representaciones visuales del flujo en la MF (Rajamurugu, 2024).

Algunas ventajas destacables del ABP es que permite mejorar las competencias técnicas de los estudiantes mediante la experimentación directa y la ejecución de proyectos. Además, fomenta el trabajo colaborativo, desarrollando habilidades comunicativas e interpersonales. También, el uso de la técnica no solo

reduce los costos, sino que promueve la adopción de soluciones prácticas en la enseñanza de este tópico.

Sin embargo, las limitaciones del ABP incluyen su mayor requerimiento temporal en comparación con metodologías tradicionales. De igual forma, el proceso de evaluación puede ser complicado debido a la dificultad para medir las contribuciones individuales y la comprensión general de los conceptos.

Por otro lado, Sena-Esteves et al. (2023) utilizan la metodología de Aprendizaje Basado en Equipos (TBL) para la enseñanza de MF, la cual busca desarrollar competencias esenciales para la vida profesional mediante un proceso estructurado que incluye la preparación previa a la clase, las pruebas de control de preparación presenciales y las aplicaciones centradas en ejercicios prácticos. Un cuestionario aplicado a estudiantes que cursan esta asignatura, arrojaron comentarios positivos sobre esta metodología; los estudiantes sentían que habían adquirido competencias valiosas.

No obstante, una desventaja del TBL es que si los integrantes del grupo no trabajan de forma colaborativa, entonces, podría dificultar la participación y el aprendizaje de alguno de ellos. Esto es especialmente relevante considerando que algunos estudiantes pueden tener personalidades predominantes. También, debido al hecho que demanda el proceso de evaluación, registrar un proceso de contribuciones individuales en un entorno grupal, podría resultar difícil.

Otra metodología activa eficiente para la enseñanza de MF es el Aula Invertida. Según Webster et al. (2015) y Ayala et al. (2017), esta metodología invierte la dinámica tradicional del aprendizaje al centrarse en permitir que los estudiantes aprendan el material a su propio ritmo previo a desarrollar las actividades de clase. Antes de cada sesión presencial, se utilizan recursos como videoconferencias pregrabadas o materiales en línea, lo que les permite familiarizarse con nuevos conceptos. Durante las clases presenciales, se dedica tiempo a la resolución de problemas y discusiones grupales, es decir, permite la aplicación de los conceptos aprendidos bajo la guía del docente.

Los resultados en la investigación de Ayala et al. muestran comentarios positivos por parte de los estudiantes sobre esta metodología; mencionan

beneficios significativos para su proceso de aprendizaje. Asimismo, Webster et al. reportan una fuerte preferencia por esta metodología entre los estudiantes, pues el 89 % expresó su entusiasmo por recomendarla a sus compañeros. Además, se observó un rendimiento académico superior en las secciones donde se implementaron clases invertidas comparadas con las tradicionales. De manera general, los autores coinciden que algunas ventajas que brinda, son:

- Mejor comprensión de los conceptos en la MF.
- Mayor participación de los estudiantes al invertir el rol en la clase, los estudiantes participan de manera más activa, debido a que interactúan con el material antes de clase.
- Mejora las habilidades de pensamiento crítico.
- Uso más efectivo del tiempo de clase, lo que permite una enseñanza más personalizada.
- Flexibilidad en el aprendizaje, pues aprenden a su propio ritmo viendo clases pregrabadas o en línea.

Tras analizar diversas metodologías aplicadas a la enseñanza de MF, se considera que el Aula Invertida es la opción más adecuada para este contexto educativo. Las ventajas que ofrece esta metodología son significantes a las de las alternativas consideradas. En particular, esta investigación se enfoca en el Aula Invertida debido a su capacidad para fomentar la motivación del estudiante, promover la interacción activa durante las sesiones presenciales y facilitar una retroalimentación efectiva mediante un aprendizaje personalizado. Con todo esto, se espera que el rendimiento académico de los estudiantes sea óptimo, aprovechando al máximo el potencial y la efectividad que esta metodología pueda proporcionar para enfrentar futuros desafíos profesionales.

Sin embargo, se incluye la Figura 2.2, la cual resume las características más importantes de las metodologías presentadas, destacando la prioridad de elección del Aula Invertida como una metodología eficiente que brindará los beneficios necesarios para la enseñanza de la MF.

**Figura 2.2. Metodologías para la enseñanza de Mecánica de Fluidos**



### **2.3.1. Aula invertida para la enseñanza de Mecánica de Fluidos a nivel universitario**

Como se ha visto, el Aula Invertida se presenta como una metodología que brinda ventajas significativas para la enseñanza de MF, al facilitar el autoaprendizaje de los estudiantes. Según Bergmann y Sams (2014, citado en Carrillo & Cascales, 2016), esta metodología transforma el enfoque tradicional al trasladar las que solían realizarse en el aula a la casa, permitiendo que las tareas que antes se hacían en casa se realicen durante las sesiones presenciales. De este modo, el proceso de enseñanza-aprendizaje se invierte respecto al tradicional, optimizando el uso del tiempo en el aula para actividades más interactivas y aplicativas.

Las características del Aula Invertida son fundamentales para su correcta implementación en el proceso educativo. Núñez et al. (2022) destacan los siguientes aspectos clave:

- Adaptabilidad: permite adaptarse de manera eficiente al contenido que se enseña.
- Compromiso: fomenta la participación activa, fundamental para el éxito profesional.
- Procedimientos didácticos.- implica la utilización de recursos didácticos para mejorar la experiencia de aprendizaje.
- Mejora los resultados de aprendizaje.- contribuye a una mejora continua en el aprendizaje y la homogenización del grupo.
- Reacciones positivas y reorientación.- los estudiantes suelen mostrar actitudes positivas hacia esta metodología.

Además, considerando que el estudiante asume un rol protagónico y activo, es crucial definir claramente los roles de los actores educativos para garantizar un proceso de aprendizaje efectivo. El profesor se convierte en guía del aprendizaje, proporcionando retroalimentación y apoyo durante las actividades en clase, sin ofrecer explicaciones demasiado extensas. Por su parte, el estudiante asume la responsabilidad principal de su aprendizaje (Pérez et al., 2018).

Varios autores coinciden en que la metodología se debe aplicar siguiendo una estructura lógica, que se descompone en fases de implementación las cuales suelen ser similares entre diferentes enfoques. Por ejemplo, Zimmermann (2023) identifica tres fases principales para la enseñanza de la física a nivel universitario:

- Preparación del estudiante:
  - Contenido previo: antes de la clase, los estudiante acceden a materiales de aprendizaje, como lecturas, videos y simulaciones, que les permite familiarizarse con los conceptos esenciales de la Física.
  - Autoevaluación: se realizan cuestionarios o ejercicios que permitan evaluar la comprensión inicial del contenido por parte de los estudiantes.
- Actividades en clase:
  - Discusión y resolución de problemas: se plantean ejercicios de resolución y casos prácticos para el trabajo en equipo, lo que facilita la aplicación de los conceptos aprendidos.

- Experimentos y simulación: se utilizan laboratorios o simuladores que permitan interactuar con los principios físicos de manera práctica.
- Evaluación y retroalimentación:
  - Evaluaciones formativas: permiten medir la comprensión del contenido por parte del estudiante.
  - Retroalimentación continua: se proporciona retroalimentación a los estudiantes para realizar ajustes necesarios en su aprendizaje.

Así mismo, en la Tabla 2.1 se presenta una descripción de las fases de la metodología desde la perspectiva de los roles que deben desempeñar tanto el docente como el estudiante, así como una comparación con el enfoque tradicional. Es evidente las ventajas que podría brindar en el proceso de enseñanza-aprendizaje para la enseñanza de física a nivel universitario.

**Tabla 2.1.** *Diferencias entre una clase usando el Aula Invertida y una clase tradicional.*

	Docente		Estudiante	
	Tradicional	Invertido	Tradicional	Invertido
<b>Preparación de la conferencia</b>	Tiempo de preparación estándar	Preparación estándar más preparación adicional (según se desee), producir conferencia grabadas al menos dos días antes de la hora de contacto	N/A	N/A
<b>Preparación para la clase</b>	Igual que la preparación de la clase	Desarrollo de la actividad de aprendizaje antes de la hora de reunión	Lecturas	Lecturas, ver podcasts antes de la clase
<b>Asistencia</b>	N/A	N/A	Sólo si son obligatorias	Obligatorio

	Docente		Estudiante	
<b>Aprendizaje</b>	Retroalimentación del instructor retrasado, contacto y orientación en horas de oficina	Retroalimentación del instructor en el proceso, contacto durante toda la hora de presencialidad.	Fuera de clase	En clase/fuera de clase
<b>Actividades</b>				

*Nota:* Adaptado y traducido de Gannod et al. (2008).

A continuación, en la Tabla 2.2 se presentan diversas actividades y estrategias empleadas por distintos autores para la enseñanza de MF a nivel universitario. Estas recomendaciones son fundamentales para comprender de manera efectiva el proceso adecuado que se debe seguir al momento de implementar el Aula Invertida en el proceso de enseñanza aprendizaje.

**Tabla 2.2.** *Actividades y estrategias para el uso del Aula Invertida*

Autor/es	Actividad / Estrategia
Melo (2023)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Uso de Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC).</li> <li>- Interacción con contenido digital.</li> <li>- Entorno flexible en la adaptación de ritmo y tiempo de aprendizaje.</li> <li>- Retroalimentación constante.</li> <li>- Evaluaciones grupales e individuales.</li> <li>- Identificación de estilos de aprendizaje.</li> </ul>
Pérez et al. (2022)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Uso de tecnologías informativas, como herramientas digitales, videos o presentaciones.</li> <li>- Preparación previa por parte del estudiante.</li> <li>- Aprendizaje colaborativo de los estudiantes para resolver problemas y discutir teorías.</li> <li>- Resolución de problemas en clase.</li> <li>- Mini conferencias por estudiantes.</li> <li>- Evaluación continua.</li> <li>- Flexibilidad y adaptabilidad.</li> </ul>
Pérez et al. (2018)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Investigación de conceptos fundamentales.</li> <li>- Actividades prácticas y discusiones en clase.</li> <li>- Actividades significativas como: debate, resolución de problemas y proyectos grupales.</li> <li>- Métodos de evaluación basados en la participación actividades y el progreso de las habilidades de aprendizaje.</li> <li>- Diseño curricular adaptado a las necesidades de los estudiantes.</li> <li>- Uso de herramientas tecnológicas, materiales didácticos y recursos educativos.</li> </ul>

Autor/es	Actividad / Estrategia
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fomento de habilidades críticas como observación, análisis, reflexión y síntesis.</li> </ul>
Perdomo-García y Galo Roldán (2020)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Instrucción directa fuera del aula, a través de videos y lecturas.</li> <li>- Actividades colaborativas en clase, instrucciones entre pares y ABP.</li> <li>- Simulaciones interactivas y experimentos, como las ofrecidas por PhET.</li> <li>- Evaluación continua que permita medir el progreso en la comprensión de los conceptos.</li> <li>- Enfoque en ideas previas para abordar las concepciones erróneas</li> <li>- Refuerzo del aprendizaje significativo, conectando nuevos conceptos con el conocimiento previo.</li> </ul>

*Nota:* Elaboración propia.

Es probable que existan más estrategias y actividades que las aquí descritas; sin embargo, la investigación se enfoca en aquellas que están directamente relacionadas con la enseñanza de la física a nivel universitario. Estas estrategias no solo buscan mejorar la comprensión de los conceptos, sino también un ambiente activo y participativo que propicie un aprendizaje más significativo.

Con base a lo descrito, para el presente proyecto se considera adecuado seguir tres momentos esenciales al utilizar la metodología: (1) *Pre-clase*, antes de la clase presencial; (2) *Clase*, en la clase presencial; (3) *Post-clase*, después de la clase presencial. Apoyados así mismo de las ideas descritas en las investigaciones realizadas por Carrillo & Cascales (2016) y Furqon (2024), a continuación se describen algunas ideas generales de las estrategias y/o actividades que se pueden usar en cada momento (solo se presentan a manera de sugerencia).

#### 2.3.1.1. *La pre-clase*

El docente es el encargado de realizar las actividades que van a desarrollar los estudiantes previo a la clase presencial, entre ellas se puede destacar:

- Videos grabados o en línea.- gracias a facilidad de acceso a recursos que nos ofrecen las aulas virtuales, se pueden utilizar para elaborar, editar y publicar videos relacionados a la temática que se va a estudiar. Así mismo, dado que no siempre se cuenta con la disponibilidad de tiempo para hacer

las grabaciones, se puede realizar una adecuada selección de videos relacionados a la temática de estudio que se pueden encontrar en plataformas de pago o gratuitas como por ejemplo YouTube.

- Lecturas comprensivas.- selección de archivos en los que se destaque puntualmente el tema de estudio, se debe utilizar bibliografía básica y comprensible que permita un fácil entendimiento de lo que se quiere tratar.
- Toma de apuntes o resúmenes.- se puede unificar a la actividad anterior, a más de la lectura, se solicita que el estudiante pueda destacar los puntos clave en la lectura.
- Uso de simulaciones.- selección de los simuladores que permitan desarrollar conceptualmente el tema de estudio.

El estudiante es quien debe acogerse a realizar las actividades descritas por el docente y si es posible ampliar su conocimiento con más investigación.

#### 2.3.1.2. *La clase*

Corresponde meramente a las actividades que se realizan de manera presencial en las sesiones de aprendizaje, cada uno de los actores educativos cumplirá con la función que le corresponda, entre las actividades que se pueden desarrollar están:

- Trabajo en equipo.- se prevé actividades que se puedan desarrollar en equipos de trabajo para que los estudiantes puedan trabajar colaborativamente.
- Exposiciones grupales o mini conferencias.- usar la técnica expositiva con temas diferenciados o ejercicios de resolución que luego los estudiantes puedan compartir con el resto de la clase.
- Uso de simulaciones interactivas que permita aplicar los conceptos previos.
- Realizar debates, resolución de problemas y proyectos grupales.
- Retroalimentación constante de los conceptos teóricos y prácticos.
- Enfocar las ideas previas de los estudiantes para abordar las concepciones erróneas.

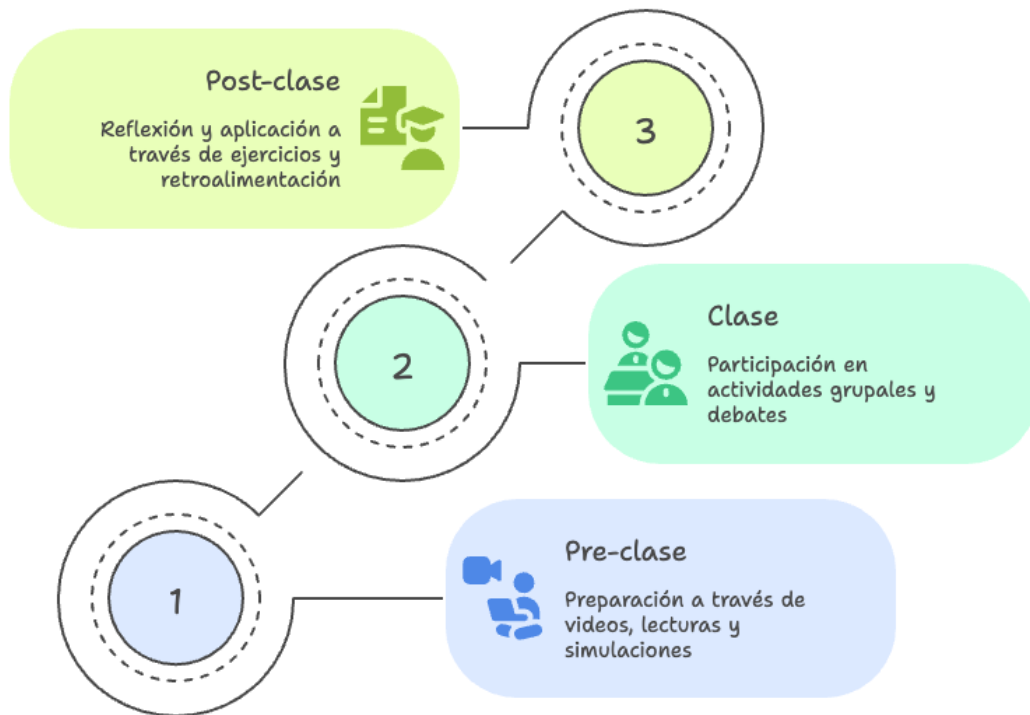
### 2.3.1.3. *Post-clase*

En este momento se espera desarrollar el aprendizaje individual de cada estudiante, hay que tomar en cuenta que debe ser guiado y dirigido a los contenidos mínimos a alcanzar y luego el estudiante decide hasta dónde quiere llegar. Algunas actividades que se puedan desarrollar, incluyen:

- Planteamiento de ejercicios y problemas de aplicación sobre el tema de estudio, que les permita aplicar los conocimientos adquiridos.
- Actividades de foros académicos de discusión o chats grupales, donde los estudiantes interactúen con diferentes ejercicios y discutan sobre las soluciones a los mismos.
- Uso de plataformas de evaluación para registrar lo aprendido en las sesiones, incluye evaluación continua del aprendizaje.
- Revisión y reflexión del material tratado durante la clase, lo que ayuda a solidificar su comprensión de los conceptos.
- Comentarios de retroalimentación para que los estudiantes identifiquen lo que necesitan reforzar.
- Uso de sistemas de gestión de aprendizaje como aulas virtuales o sistemas que permitan organizar los materiales o recursos brindados.

El detalle de la aplicación de esta metodología, muestra las fases claras a seguir y las actividades que se deben realizar en cada una de las fases. La Figura 2.3, muestra un resumen de estas que se tomará en cuenta para la implementación del Aula Invertida.

**Figura 2.3.** Fases de la aplicación del Aula Invertida en la enseñanza de Mecánica de Fluidos



#### 2.4. Factor de Hake y Concentración de Bao

El Factor de Hake o también conocido como la ganancia de Hake, corresponde a un estadístico que permite medir la efectividad de una intervención educativa, para saber si el efecto de la evolución del aprendizaje se ha dado por dicha intervención. En palabras de Hake (1998), la ganancia normalizada promedio ( $G$ ) es la razón entre la ganancia promedio real y la ganancia máxima posible (Ecuación 1).

$$G \equiv \frac{\% \langle G \rangle}{\% \langle G \rangle_{max}} \quad (1)$$

En otras palabras, es la razón entre la diferencia del promedio final ( $\langle S_f \rangle$ ) y el promedio inicial ( $\langle S_i \rangle$ ), y la diferencia entre el porcentaje más alto posible y el promedio inicial, tal como se muestra en la Ecuación 2.

$$G = \frac{\% \langle S_f \rangle - \% \langle S_i \rangle}{100 - \% \langle S_i \rangle} \quad (2)$$

Los resultados de  $G$  se agrupan en tres regímenes posibles a partir de los rangos mostrados en la Tabla 2.3.

**Tabla 2.3.** Interpretación de la ganancia de Hake ( $G$ ).

Rango	$G$
Grupos de baja- $G$	$G < 0,30$
Grupos de media- $G$	$0,30 \leq G < 0,70$
Grupos de alta- $G$	$G \geq 0,70$

Para verificar la evolución del aprendizaje, Bao y Redish (2001) en su investigación realizan un análisis cuantitativo para obtener información a las respuestas de estudiantes cuando contestan un test de opción múltiple. El estadístico muestra la información de cómo se distribuyen las respuestas en un gráfico de concentración frente al puntaje promedio del test, reconociendo de esta manera el estado de comprensión dependiendo del régimen de modelos conceptuales donde se ubique el estudiante, definen este factor de concentración como  $C$ , que toma valores entre cero y uno, y está dado por

$$C = \frac{\sqrt{m}}{\sqrt{m} - 1} \times \left( \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^m n_i^2}}{N} - \frac{1}{\sqrt{m}} \right) \quad (3)$$

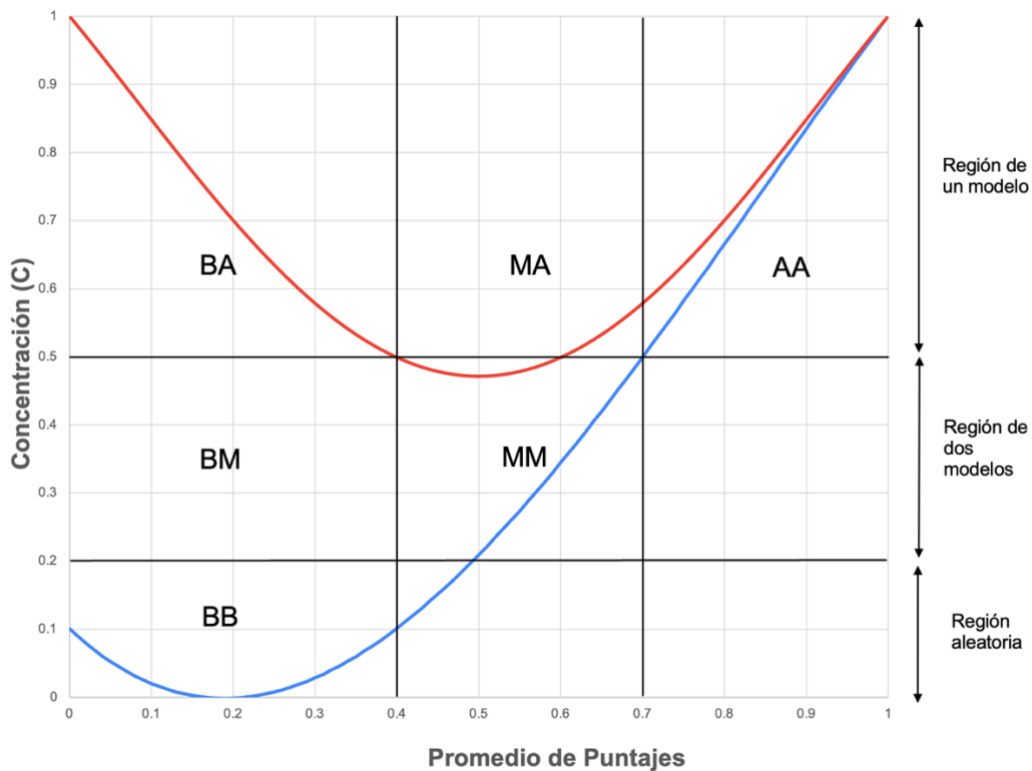
donde,

- $m \rightarrow$  número de elecciones para una pregunta en particular,

- $N \rightarrow$  número de estudiantes,
- $n_i \rightarrow$  número de estudiantes que eligen la respuesta  $i$  de una pregunta.

Con el puntaje promedio ( $S$ ) obtenido por cada pregunta, los autores proponen un gráfico “ $S$  vs  $C$ ”, que permite identificar los patrones asociados a modelos de razonamiento posibles que los estudiantes tienen al momento de contestar el test. En la Figura 2.4 se muestra esta relación, además de las zonas con los modelos asociados al razonamiento.

**Figura 2.4.** Esquema de zonas de Bao y Redish



*Nota.* Adaptado de Bao y Redish (2001)

Las curvas azul y roja mostradas en la Figura 2.4, muestran los límites superiores e inferiores de la concentración obtenida en los resultados de un test, lo que también se puede conocer como la curva de aprendizaje, así también, las zonas se establecen como indica la Tabla 2.4.

**Tabla 2.4.** Codificación para la concentración de Bao

Puntaje	Nivel	C	Notación
0 – 0,40	Bajo	0 – 0,20	B
0,40 – 0,70	Medio	0,20 – 0,50	M
0,70 – 1,0	Alto	0,50 – 1,0	A

*Nota.* Adaptada de Bao y Redish (2001)

Esto indica que, por ejemplo, una zona BB (puntaje bajo y concentración bajo) podría deberse que la mayoría de los estudiantes contestaron al azar y no tienen un modelo dominante de razonamiento sobre el tema. Por otro lado, la zona AA indicará que hay un modelo predominante correcto. Estos modelos se resumen en la Tabla 2.5.

**Tabla 2.5.** Combinaciones del puntaje y factor de concentración

Modelos	Zonas	Implicaciones de los patrones
<b>Un modelo</b>	AA	Un modelo correcto
	BA	Un modelo dominante incorrecto
<b>Dos modelos</b>	BM	Dos posibles modelos incorrectos
	MM	Dos modelos populares (correctos e incorrectos)
<b>Ningún modelo</b>	BB	Cerca de una situación aleatoria

*Nota.* Adaptada de Bao y Redish (2001)

## **CAPÍTULO 3**

### **3. METODOLOGÍA**

La presente investigación se ha realizado con la finalidad de explicar un hecho o un fenómeno observado en el campo educativo. Hernández et al. (2014) mencionan que la investigación corresponde a un conjunto de procesos ordenados, críticos y empíricos, que permiten el estudio de un fenómeno, a través del uso de técnicas e instrumentos adecuados. De esta manera, se enfocó en estudiar cómo la aplicación de la metodología Aula Invertida basada en concepciones alternativas intervino en el aprendizaje del principio de Bernoulli, en estudiantes de la carrera de Pedagogía de las Ciencias Experimentales con mención en Matemática y Física de la Universidad Nacional de Loja, carrera de grado que tiene como objetivo la formación integral de profesionales en el campo de la pedagogía de ambas asignaturas, con una base sólida en la didáctica, la ciencia y los valores.

#### **3.1. Enfoque de investigación**

Esta investigación se desarrolló bajo un enfoque mixto, integrando elementos cuantitativos y cualitativos. El componente cuantitativo permitió medir de manera objetiva el impacto de la metodología didáctica implementada, mientras que el componente cualitativo posibilitó la recolección de datos relacionados con la percepción estudiantil sobre la experiencia formativa. Esta integración de enfoques ofreció una visión más completa y profunda del fenómeno educativo en estudio.

#### **3.2. Diseño de investigación**

Se adoptó un diseño cuasiexperimental, con dos grupos no equivalentes: un grupo experimental y un grupo de control. Al primero se le aplicó la metodología del Aula Invertida como parte de la propuesta didáctica, mientras que el segundo recibió clases bajo un enfoque tradicional. Se aplicaron instrumentos de evaluación antes (pretest) y después (postest) de la intervención, con el fin de comparar los resultados y medir el efecto de la estrategia implementada sobre el aprendizaje del principio de Bernoulli.

Algunas variables que podrían causar confusión en este estudio pueden afectar los resultados, tales como la experiencia previa en el estudio de física, la motivación inicial hacia la asignatura, el acceso a los recursos tecnológicos y los estilos de aprendizaje individuales de los estudiantes. Para reducir este impacto, se aplicó el pretest a ambos grupos con el fin de establecer la equivalencia inicial de aprendizaje.

Así mismo, una fuente de sesgo podría ser la del investigador, dado que fue la misma persona quien implementó la metodología en el grupo experimental y dictó las clases en el grupo de control, vale recalcar que los tiempos de aplicación no fueron paralelos, pues se lo hizo de acuerdo al periodo académico. Es así que, para minimizar tal efecto, se procuró mantener los mismos contenidos, tiempos de clase y criterios de evaluación en ambos grupos, diferenciándose únicamente en la metodología de enseñanza aprendizaje.

### **3.3. Población y muestra**

La población objeto de estudio estuvo conformada por estudiantes matriculados en el tercer ciclo de la carrera de Pedagogía de las Ciencias Experimentales con mención en Matemática y Física de la Universidad Nacional de Loja en los periodos académicos Septiembre 2024 – Febrero 2025 y Abril – Agosto 2025. La muestra fue de tipo no probabilística por conveniencia e incluyó a la totalidad de estudiantes matriculados en los cursos asignados al investigador. Como criterio de inclusión, se consideró a los estudiantes que se encontraban matriculados de manera regular en la asignatura *Mecánica de Fluidos y Termodinámica – Ciclo III*, los cuales asistieron de manera continua a las sesiones de clase y que aceptaron bajo consentimiento participar en la investigación. No se consideran criterios de exclusión, dado que todos los estudiantes completaron los instrumentos de evaluación aplicados y asistieron durante las sesiones de aprendizaje.

La muestra está conformada por el grupo experimental, el cual estuvo conformado por 32 estudiantes, quienes participaron en las sesiones de aprendizaje con la metodología Aula Invertida, mientras que el grupo de control se integró por 27 estudiantes, los cuales siguieron una metodología tradicional.

### **3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

Para la recolección de información se realizó una revisión documental para identificar concepciones alternativas comunes en los estudiantes respecto al principio de Bernoulli, esto determinó la elección de los reactivos que serán utilizados en el test y a partir de estos hallazgos, se diseñó una propuesta didáctica (Apéndice A) basada en la estrategia del Aula Invertida, estructurada en tres fases:

- Fase 1: Preparación autónoma. Los estudiantes del grupo experimental accedieron de forma anticipada a recursos didácticos tales como videos explicativos, lecturas dirigidas y simulaciones interactivas, permitiéndoles familiarizarse con los conceptos clave antes de la clase presencial.
- Fase 2: Trabajo colaborativo en clase. Durante las sesiones presenciales, se llevaron a cabo actividades prácticas y experimentales, así como la resolución de problemas en grupo para consolidar el conocimiento y fomentar el aprendizaje activo.
- Fase 3: Reflexión y evaluación. Finalmente, se desarrollaron ejercicios de aplicación, análisis de casos, reflexiones individuales y discusiones en foros académicos para reforzar los aprendizajes y promover el pensamiento crítico.

Como instrumento de medición del aprendizaje, se utilizó un cuestionario adaptado de Barbosa (2013), que fue aplicado como pretest y postest (Apéndice B) tanto al grupo experimental como al grupo de control, cabe recalcar que la validación del instrumento utilizado ha sido realizada por el mismo autor con el objetivo de ser utilizado en otras investigaciones para medir el aprendizaje del principio de Bernoulli. Así mismo, para conocer la percepción del grupo experimental sobre la experiencia formativa, se aplicó un cuestionario de satisfacción (Apéndice C) al final del proceso, basada en un instrumento adaptado de Chung-Pinzas et al (2024), cuya fiabilidad fue comprobada mediante el coeficiente Alpha de Cronbach.

### **3.5. Técnicas y herramientas de procesamiento de datos**

El análisis de los datos recolectados se realizó en distintas fases. En primera instancia, se tabuló y organizó los resultados de cada uno de los test aplicados, para posterior realizar el análisis estadístico. Los resultados obtenidos por cada uno de los grupos fueron estructurados y presentados en diagramas de cajas para obtener una mejor visión de las calificaciones obtenidas. Posteriormente, se aplicaron pruebas de normalidad de Shapiro-Wilk y Kolmogórov-Smirnov sobre los resultados del pretest y postest en ambos grupos (Apéndice D), concluyéndose que los datos no seguían una distribución normal, lo que condujo a emplear pruebas estadísticas no paramétricas.

Para comparar los niveles de conocimiento previos entre ambos grupos antes de la intervención, se aplicó la prueba U de Mann-Whitney (Apéndice E), la cual permite identificar si existen diferencias significativas entre dos muestras relacionadas, al analizar las variaciones en los rangos de las puntuaciones. La misma prueba se utilizó posteriormente para comparar los resultados del postest, con el objetivo de determinar si la implementación del Aula Invertida generó un cambio significativo en el grupo experimental. Además, se aplicó la  $d$  de Cohen para pruebas no paramétricas con el fin de medir el tamaño del efecto (Apéndice F), lo cual permitió medir la efectividad de la intervención.

Adicionalmente, se calculó la ganancia de aprendizaje mediante el factor de Hake (Apéndice G), este indicador permitió estimar el porcentaje del aprendizaje posible que fue alcanzado por los estudiantes tras la intervención metodológica. También se aplicó la medida de Concentración de Bao (Apéndice H), que analiza la dispersión o agrupación de las respuestas correctas en cada ítem de evaluación. Este análisis ayuda a identificar si los conocimientos adquiridos están distribuidos equitativamente entre los estudiantes o concentrados en ciertos grupos, ofreciendo información adicional sobre la equidad del aprendizaje. Así también, se incluyó el análisis y la interpretación de las posibles causas que hicieron que los estudiantes contesten de manera errónea a los reactivos del cuestionario.

Finalmente, los datos de la encuesta de satisfacción fueron procesados con fines descriptivos, a fin de identificar el grado de aceptación y la percepción del

grupo experimental respecto a la metodología del Aula Invertida, junto con la aplicación del Alpha de Cronbach (Apéndice I), que permitió tener un análisis más confiable de los resultados. Esta información fue crucial para complementar la interpretación de los resultados cuantitativos y aportar una visión holística sobre la efectividad de la intervención didáctica propuesta. En la Figura 3.1 se presenta un resumen de los pasos que se siguieron para la obtención y análisis de los resultados de la investigación.

**Figura 3.1. Proceso metodológico para la obtención y análisis de los resultados**



## CAPÍTULO 4

### 4. RESULTADOS

#### 4.1. Análisis estadístico de los grupos

En el presente estudio se presentan los resultados de la participación de 59 estudiantes pertenecientes al tercer ciclo de la carrera de Pedagogía de las Ciencias Experimentales con mención en Matemática y Física en los periodos académicos Septiembre 2024 – Febrero 2025 y Abril – Agosto 2025, respectivamente. La población utilizada se detalla en la Tabla 4.1. En lo que respecta al análisis de los datos se ha utilizado el *software SPSS* y *Microsoft Excel*.

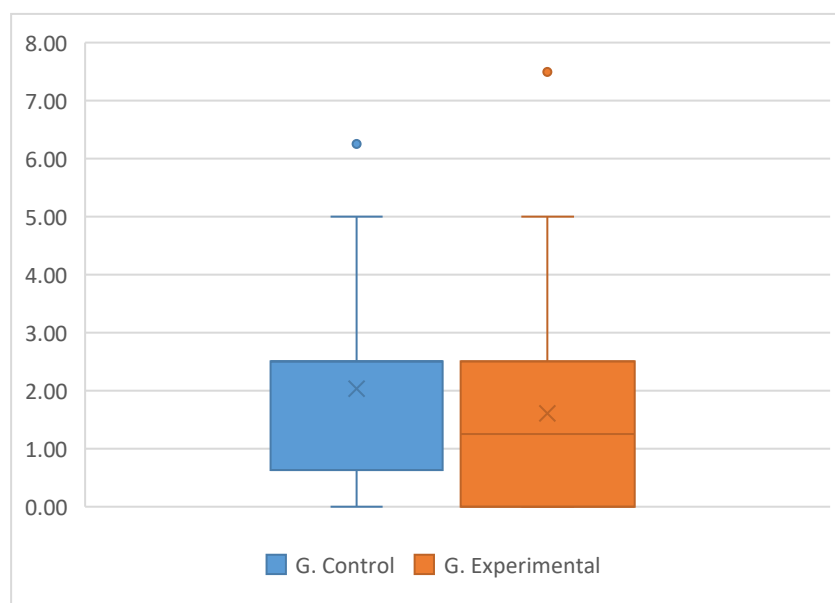
**Tabla 4.1.** *Distribución de la población en los grupos*

Grupo	Género	Participantes	Porcentaje
<b>Control</b>	Masculino	16	59,3 %
	Femenino	11	40,7 %
<b>Experimental</b>	Masculino	20	62,5 %
	Femenino	12	37,5 %

En la Tabla 4.1 se muestra la distribución de género de los grupos participantes en el estudio. En el grupo de control se cuenta que el 59,3 % corresponden al género masculino y el 40,7 % al género femenino. Por otro lado, en el grupo experimental, la proporción masculina es del 62,5 % y la femenina del 37,5 %. Se observa una predominante participación masculina con una diferencia porcentual moderada respecto a la femenina. Esta similitud sugiere que esta variable no presenta un sesgo importante en el estudio, lo que favorece las comparaciones posteriores sobre la efectividad de la metodología Aula Invertida. Es así que las diferencias que se puedan encontrar no dependen de las variaciones de género, sino en los resultados de aprendizaje que estén asociados a la intervención pedagógica.

Una vez que se ha presentado las características de la población, ahora se centra principal atención en el análisis de la presentación de los resultados obtenidos en la aplicación del pretest y postest a los dos grupos de estudio. Vale recalcar que estos resultados serán examinados desde diversas perspectivas con el fin de obtener una visión más precisa y completa sobre la efectividad de la intervención pedagógica con el uso de esta metodología en la enseñanza conceptual del principio del Bernoulli. Se inicia con la presentación de los diagramas de cajas que ilustran los promedios alcanzados en el pretest y postest para ambos grupos, permitiendo visualizar y comparar su rendimiento inicial antes de la aplicación del Aula Invertida.

**Figura 4.1.** Promedio del Pretest en los grupos de control y experimental



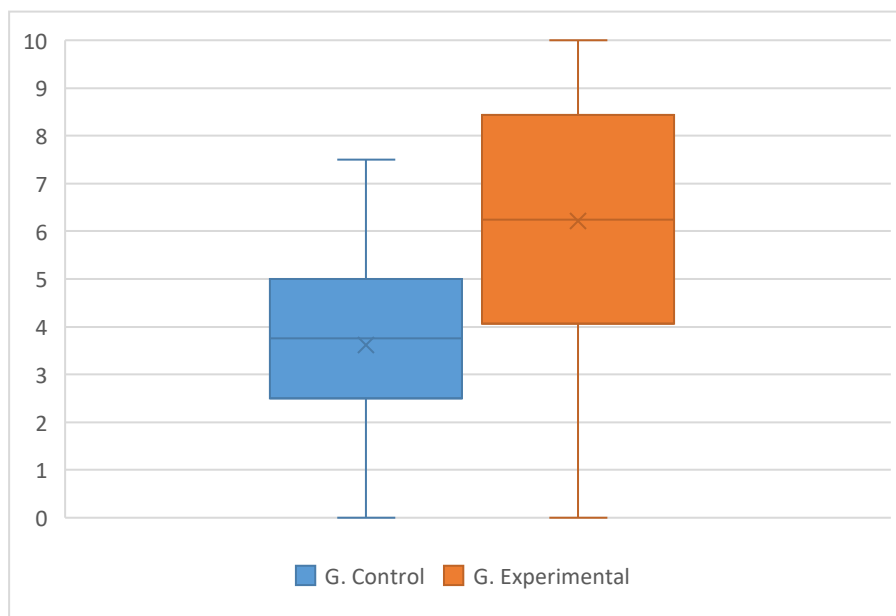
Nota. Las calificaciones se presentan para una calificación máxima de diez sobre diez (10/10).

La Figura 4.1 presenta el diagrama de cajas correspondiente a los resultados del pretest aplicado a los grupos de control y experimental. Se observa que en ambos casos las medianas se concentran en valores relativamente bajos, el grupo de control muestra una mediana cercana a 2 puntos, mientras que el experimental presenta una mediana ligeramente superior, pero sin una diferencia visualmente

considerable, lo que indica que el nivel de conocimiento previo sobre el principio de Bernoulli, antes de la intervención, era limitado.

Los rangos intercuartílicos amplios en la dispersión, refleja variabilidad en el desempeño inicial de los estudiantes. En el grupo de control se observa un valor atípico alto (6,25), mientras que el grupo experimental muestra un valor atípico más elevado (7,50), lo que sugiere la existencia de algunos estudiantes con un conocimiento inicial notablemente superior al promedio del grupo. Este resultado se puede deber a estudiantes que son repetidores de curso, que han llevado la asignatura en anteriores ocasiones y en este caso se encuentran en 2da o 3ra matrícula para la asignatura.

**Figura 4.2.** Promedio del Postest en los grupos de control y experimental



Nota. Las calificaciones se presentan para una calificación máxima de diez sobre diez (10/10).

En la Figura 4.2 muestra un cambio significativo en el rendimiento de ambos grupos en comparación con los resultados del pretest. El grupo de control presenta una mediana alrededor de 4 puntos, lo que presenta una mejora respecto a su desempeño inicial, aunque el rango intercuartílico se ubica entre 2,50 y 5,00, evidenciando que la mayoría de estudiantes se mantuvo en niveles de rendimiento medio-bajo. La dispersión para este grupo abarca desde valores mínimos hasta un

máximo de 7,50 puntos, lo cual indica que, si bien algunos estudiantes lograron puntajes relativamente altos, el desempeño general se mantuvo moderado.

En cambio, el grupo experimental presenta una mediana considerablemente superior (6,00 puntos), con un rango intercuartílico que va desde 4,00 a 8,50 puntos. Su dispersión total abarca desde puntajes mínimos hasta un máximo de 10,00 puntos lo que refleja no solo un mejor desempeño promedio, sino también la presencia de estudiantes que alcanzaron el nivel más alto posible en test aplicado. En ambos grupos no se obtuvieron valores atípicos, lo que demuestra una distribución más uniforme tras la intervención.

En conjunto estos resultados, indican que la implementación de la metodología en el grupo experimental no solo mejoró respecto al de control, sino que también alcanzó un nivel de rendimiento más alto con mayor proporción de estudiantes en rangos superiores. No obstante, un análisis visual de los diagramas de cajas no es suficiente, pues resulta en una primera aproximación descriptiva de los datos. Es así, que para fortalecer la interpretación y comprobar de manera objetiva si las diferencias observadas entre ambos grupos son estadísticamente significativas, se procede a realizar una prueba de normalidad para cada grupo y aplicación de los test, lo que permitirá identificar el comportamiento de los datos. De esta manera, en función de los resultados, seleccionar el procedimiento estadístico idóneo, para aplicar ya sea una prueba paramétrica o no paramétrica. Garantizando evidencia estadística robusta para el planteamiento de las conclusiones.

**Tabla 4.2.** Prueba de normalidad para los grupos de control y experimental

Test	Grupo	Kolmogorov – Smirnov			Shapiro - Wilk		
		Estadístico	GL	Sig.	Estadístico	GL	Sig.
<b>Pretest</b>	Control	0,208	27	0,004	0,890	27	0,008
	Experimental	0,225	27	0,001	0,836	27	0,001
<b>Posttest</b>	Control	0,123	27	0,200	0,955	27	0,287
	Experimental	0,193	27	0,008	0,928	27	0,062

De los resultados obtenidos en la Tabla 4.2, se observa que para este estudio se emplea la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk ya que el tamaño de la población en cada grupo es inferior a 50 participantes. Se establece un nivel de significancia del 5,0 % ( $\alpha = 0,05$ ), lo que se interpreta que si el valor  $p$  es menor o igual a  $\alpha$ , se rechaza la hipótesis nula de normalidad.

Los resultados muestran que, para el pretest tanto el grupo de control ( $p = 0,008$ ) como el grupo de experimental ( $p = 0,001$ ) presentan valores  $p$  menores a 0,05, lo que indica que los datos no siguen una distribución normal. Para el postest, el grupo de control ( $p = 0,287$ ) obtiene un valor  $p$  superior a 0,05, siguiendo una distribución normal, así también, el grupo experimental ( $p = 0,068$ ) obtiene un valor mayor, lo cual indica que los datos son normales. Por lo tanto, debido a que no todos los grupos cumplen con el supuesto de normalidad en ambas mediciones, se opta por la aplicación de pruebas estadísticas no paramétricas para la comparación de los resultados.

Con la finalidad de determinar si existe o no una diferencia significativa entre los grupos al inicio de la investigación, se procede a la aplicación de pruebas no paramétricas para ambos conjuntos de datos, lo que permitirá medir efectivamente el grado de equivalencia o disparidad entre los desempeños iniciales.

**Tabla 4.3.** Prueba U de Mann-Whitney para el pretest y postest en ambos grupos

	Pretest	Postest
U de Mann-Whitney	358,00	186,00
Z	-1,116	-3,776
Sig. asintótica (bilateral)	0,243	0,000

En la Tabla 4.3 se muestra que el valor de significancia obtenido en el pretest ( $p = 0,243$ ) es superior al nivel de significancia establecido ( $\alpha = 0,05$ ). Lo cual implica que no hay diferencia significativa entre las calificaciones iniciales de los grupos, es decir, antes de iniciar la intervención. Esto confirma que ambos grupos partieron de condiciones similares, lo que favorece la validez de la

comparación de los resultados posteriores y permite atribuir con certeza que las diferencias observadas en el postest sean, en el mejor de los casos, por la aplicación de la metodología Aula Invertida.

Por otro lado, la Tabla 4.3 refleja que el valor de significancia obtenido en el postest ( $p = 0,000$ ) es menor que el nivel de significancia establecido ( $\alpha = 0,05$ ), por lo que se determina que las calificaciones finales entre los grupos difieren de manera significativa. Este hallazgo, muestra que el grupo experimental alcanzó un mejor desempeño en el postest, lo que sugiere que la metodología tuvo un efecto positivo en el aprendizaje del principio de Bernoulli.

**Tabla 4.4.** Estadísticos descriptivos de los grupos y los test aplicados

Test	Grupo	N	$\bar{X}$	Me	S	Q1	Q3	Mín	Máx
<b>Pretest</b>	Control	27	2,04	2,50	1,70	0,0	2,50	0,00	6,25
	Exper...	32	1,60	1,25	1,83	0,0	2,50	0,00	7,50
<b>Postest</b>	Control	27	3,61	3,75	2,03	2,50	5,00	0,00	7,50
	Exper...	32	6,21	6,25	2,70	4,06	8,44	0,00	10,0

*Nota.* Se presentan los estadísticos descriptivos de los datos obtenidos, la media ( $\bar{X}$ ) y la desviación estándar (S) son utilizadas para medir el tamaño del efecto.

La Tabla 4.4 muestra que en el pretest no se encontraron diferencias significativas en los grupos ( $U = 358,00$ ;  $p = 0,243$ ). La mediana del grupo de control es 2,50 ( $Q1 = 0,0$ ;  $Q3 = 2,50$ ;  $rango = 0,00 - 6,25$ ), mientras que en el grupo experimental es de 1,25 ( $Q1 = 0,0$ ;  $Q3 = 2,50$ ;  $rango = 0,00 - 7,50$ ). Estos resultados muestran que ambos grupos partieron de un conocimiento similar antes de la intervención. En cuanto al tamaño del efecto, calculado mediante *d de Cohen* (Cohen, 1988), se obtuvo un valor de 0,246, lo cual de acuerdo al autor representa un *efecto pequeño*, coherente con la ausencia de diferencias significativas entre los grupos.

Por otro lado, en el postest, se observa diferencias significativas entre los grupos a favor del grupo experimental ( $U = 186,00$ ;  $p = 0,000$ ). La mediana del grupo de control es de 3,75 ( $Q1 = 2,50$ ;  $Q3 = 5,00$ ;  $rango = 0,00 - 7,50$ ), mientras

que en el grupo experimental fue de 6,25 ( $Q1 = 4,06$ ;  $Q3 = 8,44$ ;  $rango = 0,00 - 10,00$ ). Lo cual evidencia una mejora más pronunciada en los estudiantes de este grupo tras la aplicación de la metodología didáctica. El tamaño del efecto calculado (*d de Cohen*) es de 1,087, lo que corresponde a un *efecto grande*, resultado que indica que la intervención educativa tuvo un impacto sustancial sobre el aprendizaje conceptual en comparación con el grupo de control.

Una vez que se ha establecido las diferencias significativas en los resultados del postest, así como el tamaño del efecto de la intervención, es necesario profundizar en el análisis para cuantificar la magnitud de la mejora alcanzada por los estudiantes y determinar, con mayor precisión, la efectividad del Aula Invertida. En la siguiente sección, se presenta el cálculo del factor de la ganancia de Hake, el cual permite medir la evolución del aprendizaje de una población, permitiendo comparar de manera objetiva, la ganancia de aprendizaje obtenida por el grupo experimental. Adicionalmente, se incorpora el análisis del factor de concentración, identificando la tendencia de los estudiantes a elegir una o varias opciones de respuesta, complementando la percepción de los estudiantes y el gusto por la aplicación de esta metodología.

#### **4.2. Ganancia de aprendizaje (Factor de Hake) y Concentración de Bao**

En la Tabla 4.5 se presentan los resultados del factor de Hake para ambos grupos. Se observa que el grupo de control obtuvo un promedio en el pretest de 2,04 y en el postest de 3,61, lo que corresponde a una ganancia de aprendizaje de 0,198, clasificada en el rango **bajo** (Tabla 2.3). Por otro lado, el grupo experimental registró un promedio en el pretest de 1,60 y el postest de 6,21, obteniendo una ganancia de 0,549 ubicada en el rango **medio**. Este resultado indica que la mejora alcanzada por el grupo de control fue limitada, frente a la sustancial mejora que presentó el grupo experimental. Este resultado presenta un panorama alentador en términos de aprendizaje de conceptos, respaldando de esta manera la efectividad del Aula Invertida para el aprendizaje del Principio de Bernoulli.

**Tabla 4.5. Ganancia de aprendizaje en los grupos de control y experimental**

Estudiantes	Grupo Control			Grupo Experimental		
	Pretest	Posttest	Ganancia	Pretest	Posttest	Ganancia
<b>Promedio del curso</b>	2,04	3,61	0,198	1,60	6,21	0,549

*Nota.* Se presenta el promedio de los test, calificación 10/10

Con la finalidad de obtener una visión más integral del desempeño de los estudiantes, a continuación, se presentan los resultados del factor de concentración, el cual permitirá evaluar la consistencia en la selección de respuestas en los test aplicados, identificando patrones que, junto con la ganancia de aprendizaje, aportarán una comprensión más profunda del impacto de la metodología en el proceso formativo.

**Tabla 4.6. Puntuación y concentración para el grupo de control**

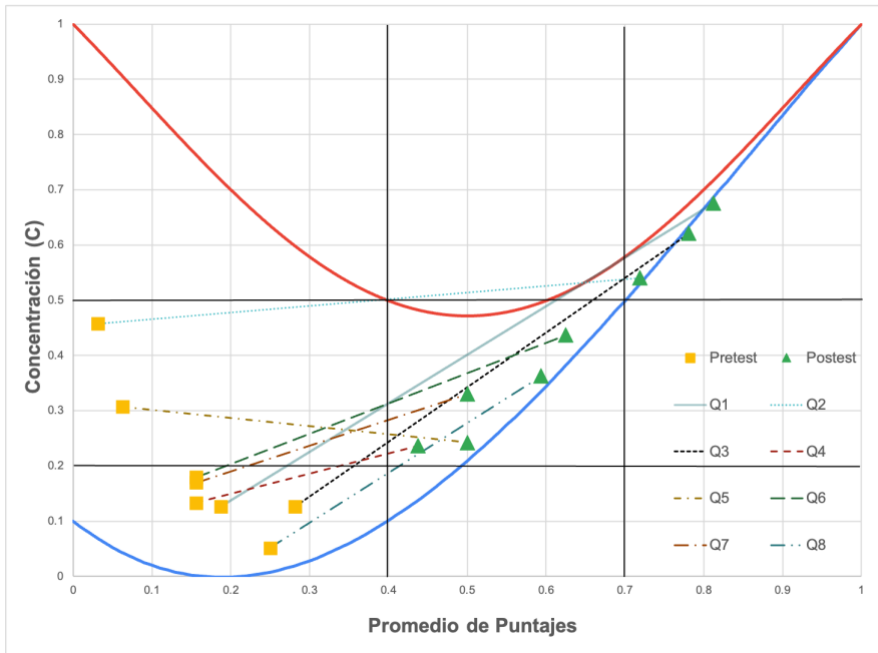
Q	Grupo de control				Grupo experimental			
	Pretest		Posttest		Pretest		Posttest	
	P	C	P	C	P	C	P	C
Q 1	0,22	0,09	0,48	0,20	0,19	0,13	0,81	0,68
Q 2	0,07	0,34	0,22	0,06	0,03	0,46	0,72	0,54
Q 3	0,19	0,03	0,52	0,24	0,28	0,13	0,78	0,62
Q 4	0,15	0,15	0,15	0,02	0,16	0,13	0,44	0,24
Q 5	0,07	0,15	0,22	0,02	0,06	0,31	0,50	0,24
Q 6	0,26	0,10	0,37	0,10	0,16	0,18	0,63	0,44
Q 7	0,41	0,14	0,44	0,20	0,16	0,17	0,50	0,33
Q 8	0,26	0,03	0,48	0,22	0,25	0,05	0,59	0,36

*Nota.* Q corresponde a la pregunta del test, P corresponde a la puntuación promedio de respuestas correctas y C el factor de concentración.

Al analizar los resultados obtenidos en la Tabla 4.6, se aprecia que, en el grupo de control, las puntuaciones promedio de respuestas correctas ( $P$ ) y los valores del factor de concentración ( $C$ ) experimentan incrementos modestos entre el pretest y posttest, manteniendo los rangos bajos o medios en la mayoría de las preguntas del test. En contraste, el grupo experimental evidencia un cambio sustancial, para el posttest, varias preguntas alcanzan valores altos de  $P$  (superiores a 0,70) y niveles elevados de  $C$ , como por ejemplo en la pregunta 1 (Q1) que refleja una fuerte concentración de respuestas correctas. Este comportamiento no solo muestra un incremento en la cantidad de aciertos, sino también un consenso más marcado en las elecciones, lo que, en conjunto con la ganancia de aprendizaje obtenida, anticipa una tendencia positiva que se enlaza con el análisis del factor de concentración que se presentará más adelante.

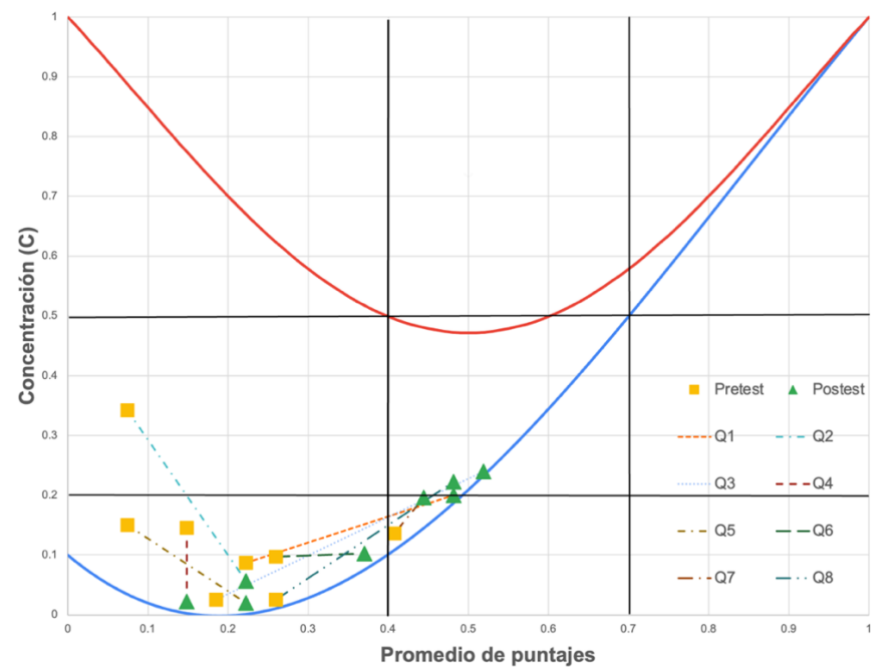
En las gráficas siguientes, se profundiza este análisis diferenciando por grupos y destacando las preguntas más representativas, donde la concentración se manifiesta con mayor claridad. A la vez, permitirán visualizar la evolución de las respuestas entre el pretest y el posttest para ambos grupos. La Figura 4.3 corresponde al grupo experimental, en el cual se aplicó el Aula Invertida, mientras que la Figura 4.4 representa al grupo de control, en el que se aplicó la metodología tradicional. En ambos gráficos, las líneas evidencian el desplazamiento de los resultados desde un punto inicial (cuadro amarillo – pretest) hasta un punto final (triángulo verde – posttest), lo cual permite observar los cambios en precisión y concentración de respuestas experimentados por cada grupo.

**Figura 4.3.** Puntaje vs Concentración para el pretest y postest en el grupo experimental



*Nota.* Los cuadros amarillos corresponden a los resultados obtenidos en el pretest, en tanto que los triángulos verdes representan los del postest.

**Figura 4.4.** Puntaje vs Concentración para el pretest y postest en el grupo control



*Nota.* Los cuadros amarillos corresponden a los resultados obtenidos en el pretest, en tanto que los triángulos verdes representan los del postest.

De acuerdo a la Figura 4.3, en el grupo experimental las líneas (del cuadrado amarillo al triángulo verde) muestran desplazamientos largos y con clara pendiente positiva, lo cual indica la evolución de la concentración del aprendizaje. Parten desde un pretest concentrado en la zona de baja puntuación y baja concentración (BB y BM), las preguntas avanzan tras la intervención hacia las regiones de mayor precisión y acuerdo (MM y AA).

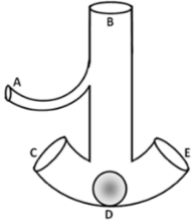
Se observa que varios de los reactivos cruzan los umbrales de  $P \approx 0,70$  y  $C \approx 0,50$ , ingresando a los patrones de un modelo dominante correcto o un único modelo correcto. Destacan las preguntas Q1, Q2 y Q3 que alcanzan un  $P \geq 0,70 - 0,80$  y  $C \geq 0,50 - 0,70$ , lo cual evidencia respuestas altamente consistentes y alineadas con el modelo científico esperado. Los otros reactivos (Q4-Q8) se ubican entre  $P \approx 0,40 - 0,70$  y  $C \approx 0,20 - 0,45$ , lo que sugiere dos modelos populares correctos e incorrectos, lo que sugiere una mejora conceptual pero no predominante. En conjunto, la nube final del grupo experimental se desplaza hacia la derecha y hacia arriba, coherente con una clarificación conceptual posterior al uso del Aula Invertida.

Por otra parte, en el grupo de control (Figura 4.4), las líneas son cortas, permanecen por debajo de los umbrales de  $C$  y  $P$ , y muestran en algunos casos pendientes negativas que permanecen en las zonas más bajas. Tras la aplicación de la metodología tradicional, los puntos del postest se concentran en zonas próximas a BB y MM, sin alcanzar los dominios de las zonas más altas. Los resultados muestran mejoras modestas en los aciertos, pero de acuerdo al modelo, son cercanos a una situación aleatoria, persisten en elecciones dispersas (al igual que el pretest) o la mezcla de esquemas alternativos.

A continuación, se presta principal atención a los reactivos que de alguna manera llaman la atención, para saber qué pudo haber pasado para la elección de la respuesta incorrecta. Tal es el caso de la pregunta dos (Q2), que para el grupo experimental mejoraron notablemente, pero en el caso del grupo de control, el patrón baja desde la zona BM hacia la zona BB. La situación de esta pregunta consiste en un montaje de tubos con una esfera dentro (Figura 4.5), se observa que las respuestas más seleccionadas en esta pregunta fue la respuesta a), eligen

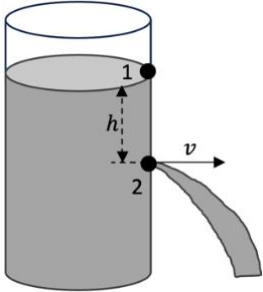
erróneamente *a)* debido a que piensan que el aire pasa inadvertido como un fluido, y si se sopla desde el tubo A como dice la pregunta, no tiene afectación en la esfera, lo que hace que elijan erróneamente esta respuesta. Para este caso, la respuesta correcta es *d)*. Pues, al soplar fuertemente por A, hace que la presión en C y D sea mayor que en B, lo cual hará que la esfera se mueva hacia B.

**Figura 4.5.** *Pregunta 2 del test*

<p><b>No.</b> <b>2</b></p>	<p>Se tiene un instrumento hecho de tubos de vidrio abiertos a la atmósfera como se muestra en la figura. En ese aparato se dispone de una esfera de madera en el fondo en la posición <b>D</b>. ¿Qué le sucede a esta esfera cuando se sopla fuertemente por el tubo <b>A</b>?</p>	
<p>a. Permanece inmóvil  b. Oscila entre C y E  c. Se mueve y sale por C  d. Se mueve hacia B  e. Se mueve y sale por E</p>		

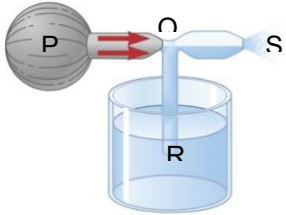
Para el grupo experimental, la pregunta cuatro (Q4) solo alcanza la zona MM (dos modelos populares). La pregunta consiste en una situación que se relaciona con el principio de Torricelli, es decir un fluido estacionario contenido en un recipiente en el cual se realiza un orificio (Figura 4.6), lo que no logran comprender es que la presión en ambos puntos es prácticamente igual, dado que se analiza por encima de la superficie del líquido y por fuera del recipiente. Las respuestas más seleccionada en este caso fueron: *a)* que corresponde a la respuesta correcta, sin embargo, hay quienes eligieron *c)*, por una parte haber seleccionado estas respuestas hace entender que la comprensión es media, pues el ítem uno es correcto para cualquier alternativa, sin embargo, el haber elegido *c)* podría deberse al hecho de que relacionaron a que la presión aumenta conforme lo hace la profundidad (presión hidrostática), cuando en realidad lo que se está sucediendo es que se está midiendo la presión por fuera del recipiente.

Figura 4.6. Pregunta 4 del test

<p>No. 4</p>	<p>Torricelli encontró experimentalmente que la rapidez del agua que sale por un orificio de un tanque (ver figura) está dada por <math>v = \sqrt{2gh}</math>, para encontrar esta expresión de rapidez mediante la ecuación de Bernoulli, aproximadamente se debería suponer que,</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) La rapidez del nivel del agua en el punto 1 es nula.</li> <li>2) La presión de la atmósfera en 1 es igual que en 2.</li> <li>3) La rapidez del agua en el punto 1 es igual que en 2.</li> <li>4) La presión de la atmósfera en 1 es mayor que en 2.</li> </ol>	
<p>De acuerdo a las afirmaciones anteriores, sólo son correctas:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>a. 1 y 2</li> <li>b. 1 y 3</li> <li>c. 1 y 4</li> <li>d. 1, 2 y 3</li> <li>e. 3</li> </ol>		

Así mismo, la pregunta cinco (Q5) está en la misma situación que el caso anterior. Esta pregunta consiste en entender el caso del funcionamiento de un prototipo como un atomizador o vaporizador (Figura 4.7). La respuesta correcta es *b*) que fue seleccionada por una proporción considerable de estudiantes, sin embargo, existe una buena proporción de estudiantes que creen que la respuesta correcta es *a*), pues se supone que en el mejor de los casos hizo confundir la elección entre ítems dada la similitud de los mismo, pues la única diferencia está en las palabras “disminuir” y “aumentar”, sin embargo, se cree que dado que los casos anteriores entienden que un aumento en la velocidad de un fluido reduce la presión, entonces se puede prever estas elecciones.

**Figura 4.7. Pregunta 5 del test**

<p><b>No. 5</b></p>	<p>El prototipo de la figura es un atomizador o vaporizador. Cuando se oprime en <b>P</b>, el líquido en el recipiente asciende por el tubo de <b>R</b> a <b>Q</b> y luego es esparcido desde <b>S</b>. El líquido sube debido a que,</p>	
<p>a. El aumento de su rapidez en Q hace aumentar su presión respecto a R.          b. El aumento de su rapidez en Q hace disminuir la presión respecto a R.          c. Al hacer fuerza en P hace crecer su presión en el fondo del recipiente.          d. En P se genera un vacío que chupa y hace subir el fluido.          e. Desde P baja el aire al recipiente, transmite fuerza y lo hace subir.</p>		

Este patrón diferencial presentado en la Figura 4.3, es decir, desplazamientos amplios hacia MM y AA para el grupo experimental frente a avances limitados que permanecen en BB y MM para el de control; es consistente con los resultados previos, la ganancia de Hake del experimental ( $G = 0,546$ ) contrasta con la ganancia baja del grupo de control ( $G = 0,198$ ).

Ahora, se presenta los resultados de la encuesta de satisfacción aplicada al grupo experimental con respecto al Aula Invertida como metodología de enseñanza aplicada. De los 32 participantes, respondieron efectivamente 27 estudiantes. Los datos obtenidos se muestran a manera de porcentaje en la Tabla 4.7, la cual muestra el nivel de satisfacción promedio por la aplicación de la metodología.

**Tabla 4.7. Nivel de satisfacción promedio por la aplicación de la metodología**

Preguntas	Satisfacción		
	Poco satisfecho (%)	Medianamente satisfecho (%)	Muy satisfecho (%)
P1	7,4	11,1	81,5
P2	14,8	48,1	37,0
P3	14,8	40,7	44,4
P4	22,2	33,3	44,4
P5	7,4	14,8	77,8
P6	7,4	14,8	77,8
P7	11,1	29,6	59,3

Preguntas	Satisfacción		
	Poco satisfecho (%)	Medianamente satisfecho (%)	Muy satisfecho (%)
P8	14,8	22,2	63,0
P9	18,5	18,5	63,0
P10	14,8	29,6	55,6
<b>Total promedio</b>	<b>13,3 %</b>	<b>26,3 %</b>	<b>60,4 %</b>

Los resultados de la Tabla 4.7 reflejan de manera general, un alto nivel de satisfacción, en promedio, un 60,4 % de los estudiantes se declaran muy satisfechos, un 26,3 % medianamente satisfecho y solo un 13,3 % poco satisfechos. Resaltando las preguntas más significativas, se observa que en P1 se destaca con el mayor nivel de aceptación (81,5 %), lo que indica que los estudiantes valoran los materiales y las tomas de apuntes realizadas. De igual manera, las preguntas P5 y P6 obtuvieron un 77,8 % de respuestas satisfechas, evidenciando que la metodología desarrolla sus habilidades y favorece la comunicación entre docente y alumno.

En contraste, la pregunta P4 muestra la proporción más alta de estudiantes poco satisfechos (22,2 %), lo que podría señalar que no se sintieron demasiado motivados para participar en clases al usar la metodología. Sin embargo, incluso en este caso, hay un buen porcentaje (44,4 %) de estudiantes que se sienten muy satisfechos lo que supera ampliamente al de quienes manifestaron baja satisfacción.

Finalmente, para garantizar la consistencia interna del cuestionario de satisfacción, se aplicó la prueba de fiabilidad Alpha de Cronbach a través del software SPSS, obteniéndose un valor de 0,936 para las 10 preguntas del instrumento. Este resultado no solo refleja el nivel excelente de fiabilidad, sino también que los ítems están altamente correlacionados y miden coherentemente la satisfacción de los estudiantes con la metodología aplicada. Incluir este análisis como parte final de los resultados, asegurará la validez y confiabilidad de las conclusiones en la próxima sección.

## **CAPÍTULO 5**

### **5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **5.1. Conclusiones**

A partir de la investigación se pudo comprobar que el Aula Invertida basada en concepciones alternativas como metodología didáctica constituye en una forma adecuada y efectiva que permite fortalecer el aprendizaje conceptual del principio de Bernoulli en los estudiantes de la carrera de Pedagogía de las Matemáticas y la Física. Los resultados obtenidos muestran que, el grupo experimental en el que se aplicó la metodología, alcanzó niveles de desempeño superiores, medidos desde las calificaciones obtenidas en el test, respecto al grupo de control. Aquello implica que la propuesta didáctica contribuyó de manera positiva para que los estudiantes comprendan de manera sólida los conceptos presentados.

En esta investigación no solo se midió la mejora en las calificaciones alcanzadas, sino que se midió la preferencia de los estudiantes por la aplicación de metodologías activas, lo cual favoreció la participación activa, fomentó su autonomía y estimuló una actitud reflexiva sobre los fenómenos físicos estudiados en el principio de Bernoulli. Se asegura que el docente no siga una enseñanza tradicional, donde los estudiantes solo memoricen fórmulas y conceptos, sino que la enseñanza de la física construya significados profundos y aplicables a distintas situaciones.

En lo que corresponde al tratamiento de las concepciones alternativas, la investigación demostró que si se las toma en cuenta como punto de partida, facilita la identificación de ideas erróneas y la reconstrucción de conocimientos más acordes con los principios científicos, pues resulta en una idea a tomar en cuenta, porque se ataca al problema desde las raíces, conociendo cuáles serían las dificultades que tendrían los estudiantes al momento de estudiar este tema.

Se aporta evidencia empírica sobre la pertinencia de innovar en las prácticas docentes universitarias mediante metodologías activas que promuevan aprendizajes significativos, sobre todo, porque serán futuros profesores que

tendrán que compartir los conocimientos adquiridos a los estudiantes. En conjunto, los hallazgos obtenidos sugieren que la incorporación del Aula Invertida al ser aplicada de manera intencionada y acompañada de un enfoque con tome en cuenta las concepciones alternativas que podrían tener los estudiantes, resulta en una metodología eficaz para la mejora del aprendizaje conceptual del principio de Bernoulli en contextos universitarios. Su implementación fortalece tanto los resultados académicos, así como las competencias transversales necesarias en la formación docente, de tal manera que se asegura un camino alentador hacia las nuevas prácticas docentes y la innovación educativa en el sistema de educación del país.

## **5.2. Recomendaciones**

Se recomienda que las instituciones universitarias y las de educación en general, promuevan el uso de metodologías activas, tales como el Aula Invertida, como alternativas didácticas para la enseñanza de la Física. A través de esta investigación se aporta la experiencia suficiente y necesaria que demuestra los beneficios de la intervención educativa, en este sentido, sería conveniente que los docentes se capaciten e incorporen gradualmente esta metodología en sus asignaturas, adaptándola al contexto que consideren necesario.

Además, se recomienda acompañar la implementación de este tipo de metodologías con otras innovadoras, de tal forma que el profesor cuente con herramientas suficientes para rediseñar la práctica educativa, gestionar los recursos digitales y mejorar los procesos de evaluación, implementando a la retroalimentación como pieza clave de transformación.

Con base a la propuesta utilizada en la intervención, se recomienda implementar un proceso de monitoreo continuo que de retroalimentación necesaria y suficiente para que el estudiante pueda realizar los ajustes que crea necesarios, además, de enterarse de los desafíos y apoyos adicionales que se les pueda brindar.

### **5.3. Futuras Investigaciones**

En el plano de la investigación realizada, se cree conveniente ampliar el tamaño y diversificar la muestra, incorporando estudiantes de distintas universidades que cuenten con características similares al programa académico de estudio, lo cual permitirá realizar generalizaciones sobre los hallazgos, fortaleciendo la validez externa de los resultados. Así mismo, se cree conveniente realizar un seguimiento del grupo experimental de este estudio para ver la permanencia de los aprendizajes a mediano y largo plazo, haciendo uso de diseños de investigación longitudinales.

De igual forma, se podría controlar de mejor manera las variables de confusión que no fueron consideradas en este estudio, tales como: la motivación inicial, la experiencia previa en el aprendizaje de física, estilos de aprendizaje y el acceso a recursos tecnológicos, dado que la metodología requiere de estos recursos para mejores resultados. También, futuras investigaciones podrían verificar la efectividad de esta metodología en otras ramas o tópicos de la física y en distintos niveles educativos, sobre todo para garantizar que la aplicabilidad y adaptabilidad se da en contextos variados, así como determinar posibles diferencias en los resultados dependiendo de factores como por ejemplo la edad, la formación académica y/o las necesidades de los estudiantes.

Finalmente, se podría realizar investigaciones comparativas en las que interactúen combinaciones con otras metodologías activas como, por ejemplo: el aprendizaje basado en proyectos, el aprendizaje basado en problemas o la gamificación. Se pretende que este tipo de estudios analicen y evidencien las posibles sinergias del Aula Invertida con otras metodologías didácticas, y sobre todo el impacto que podría tener en la comprensión conceptual de un tópico, el desarrollo de competencias, destrezas y/o habilidades.

## 6. Referencias

- Aliligay, M. D. S., Rendon, J. D. L., Villarias, C. J. R., & Mercado, J. C. (2022). Strategies In Learning Fluid Mechanics: A literature Review. *International Journal of Multidisciplinary Applied Business and Education Research*, 3(8), 1556–1563. <https://doi.org/10.11594/ijmaber.03.08.17>
- Ayala, O., Popescu, O., & Jovanovic, V. (2017). Flipped Classroom as Blended Learning in a Fluid Mechanics Course in Engineering Technology. *Engineering Technology Faculty Publications*, 75. [https://digitalcommons.odu.edu/engtech\\_fac\\_pubs/75/?utm\\_source=digitalcommons.odu.edu%2Fengtech\\_fac\\_pubs%2F75&utm\\_medium=PDF&utm\\_campaign=PDFCoverPages](https://digitalcommons.odu.edu/engtech_fac_pubs/75/?utm_source=digitalcommons.odu.edu%2Fengtech_fac_pubs%2F75&utm_medium=PDF&utm_campaign=PDFCoverPages)
- Bao, L. y Redish, E. (2001). Concentration analysis: A quantitative assessment of student states. *American Journal of Physics*, 69(S45), 917-922.
- 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(15), 24–37. <https://doi.org/10.26507/rei.v8n15.301>
- Burgher, J. K., Finkel, D., Van Wie, B. J., & ADESOPE, O. (2016). Implementing and assessing interactive physical models in the fluid mechanics classroom. *Research in Engineering Education*, 32(6), 2501-2516.
- Carrascosa-Alís, J. (2005). El problema de las concepciones alternativas en la actualidad (parte i). análisis sobre las causas que la originan y/o mantienen. *DOAJ (DOAJ: Directory of Open Access Journals)*. <https://doaj.org/article/22e78ff1572c466a9f088c22a37f6521>
- Carrillo García, M. E., & Cascales Martínez, A. (2016). Flipped classroom en el espacio de educación superior. de la teoría a la práctica. *REDINE*, 60–68. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5792702.pdf>
- Chau, K. (2005). Intelligence-Based educational package on fluid Mechanics. In *Lecture notes in computer science* (pp. 756–762). [https://doi.org/10.1007/11553939\\_107](https://doi.org/10.1007/11553939_107)

- Cheng, X. (2023). A Learner-Centered teaching model. *Science Insights Education Frontiers*, 15(2), 2285–2286. <https://doi.org/10.15354/sief.23.co069>
- Cohen, J. (1988). *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences*. Lawrence Erlbaum Associates. 2nd Edition.
- Chung-Pinzas, A. R., Inche-Mitma, J. L. y Cruz-Chuquizuta, C. (2024). La percepción de estudiantes ante la aplicación de metodologías activas en el curso de diseño asistido por computadora. *Revista Electrónica Educare (Educare Electronic Journal)*. 28 (2). 1-20.
- Fazio, C. (2020). Active Learning Methods and Strategies to Improve Student Conceptual Understanding: Some Considerations from Physics Education Research. *In Challenges in physics education* (pp. 15–35). [https://doi.org/10.1007/978-3-030-51182-1\\_2](https://doi.org/10.1007/978-3-030-51182-1_2)
- Furqon, M. (2024). Online flipped Classroom in Electricity and Magnetism course supported Google Classroom and Telegram: a case study. *Jurnal Riset Dan Inovasi Pembelajaran*, 4(1), 562–578. <https://doi.org/10.51574/jrip.v4i1.1354>
- Gannod, G. C., Burge, J. E., & Helmick, M. T. (2008). Using the inverted classroom to teach software engineering. *MIAMI UNIVERSITY*, 777. <https://doi.org/10.1145/1368088.1368198>
- Gobierno de Ecuador. (2021). *Plan de Creación de Oportunidades 2021-2025*. <https://www.planificacion.gob.ec/wp-content/uploads/2021/09/Plan-de-Creacio%CC%81n-de-Oportunidades-2021-2025-Aprobado.pdf>
- 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), 64-74.
- Hernández, S.R., Fernández, C.C. y Baptista, L.P. (2014). *Metodología de la Investigación*. McGraw Hill España. 6ta edición.
- Instituto Nacional de Evaluación Educativa (Ineval). (2018). *Informe general PISA-D Ecuador 2018*. Instituto Nacional de Evaluación Educativa. <https://www.evaluacion.gob.ec/wp->

[content/uploads/downloads/2018/12/CIE\\_InformeGeneralPISA18\\_20181123.pdf](http://content/uploads/downloads/2018/12/CIE_InformeGeneralPISA18_20181123.pdf)

Instituto Nacional de Evaluación Educativa (Ineval). (s.f.). *Nacionales: Informes y Resultados*. <http://evaluaciones.evaluacion.gob.ec/BI/nacionales-informes-y-resultados/>

Instituto Nacional de Evaluación Educativa (Ineval). (2023). *Informe Nacional Ser Estudiante-Nivel de Bachillerato. Año lectivo 2022-2023*. Instituto Nacional de Evaluación Educativa. [https://cloud.evaluacion.gob.ec/dagireportes/sestciclo21/nacional/2022-2023\\_3.pdf](https://cloud.evaluacion.gob.ec/dagireportes/sestciclo21/nacional/2022-2023_3.pdf)

Martínez, F. J. (2021). Dificultades cognitivas asociadas a la solución de un ejercicio de mecánica de fluidos en un contexto de aprendizaje virtual. *Formación Universitaria*, 14(1), 121–134. <https://doi.org/10.4067/s0718-50062021000100121>

McClenaghan, E. (2024, 25 de marzo). *Mann-Whitney U test: assumptions and example*. Technology Networks. <https://www.technologynetworks.com/informatics/articles/mann-whitney-u-test-assumptions-and-example-363425>

Melo, M. A. (2023). Aula invertida en el proceso de enseñanza y aprendizaje en Educación Superior. *Horizontes Revista De Investigación En Ciencias De La Educación*, 7(28), 971–978. <https://doi.org/10.33996/revistahorizontes.v7i28.567>

Mora-Melia, D., Gutiérrez-Bahamondes, J. H., Iglesias-Rey, P. L., & Martínez-Solano, F. J. (2024). Exploring the synergy of problem-based learning and computational fluid dynamics in university fluid mechanics instruction. *Computer Applications in Engineering Education*. <https://doi.org/10.1002/cae.22782>

Muñoz Jiménez, W., y Tamayo Ancona, M. E. (2023). Efectos del aula invertida en el rendimiento académico en cursos de Física: una revisión sistemática. *EDMETIC, Revista de Educación Mediática y TIC*, 12(2), art.1. <https://doi.org/10.21071/edmetic.v12i2.16062>

- Naidoo, R., & Ramanamane, J. (2020). Developing a model for the teaching and learning of fluid mechanics at an open distance university. *EDEN Conference Proceedings*, 1, 398–403. <https://doi.org/10.38069/edenconf-2020-rw-0043>
- Nertivich, D. (2023). L'APPROCHE DES CONCEPTS à L'ENSEIGNEMENT ET L'APPRENTISSAGE DES SCIENCES / THE CONCEPTS APPROACH TO TEACHING AND LEARNING PHYSICAL SCIENCES. *European Journal of Education Studies*, 10(4). <https://doi.org/10.46827/ejes.v10i4.4738>
- Núñez Lira, L. A., Asencios Trujillo, L. V., Asencios Trujillo, L. A., La Rosa Longobardi, C. J., & Urbano Ayala, Ó. A. (2022). Inverted classroom and learning of natural sciences in high school students in times of pandemic. *NeuroQuantology*, 20(5), 539–546. <https://doi.org/10.14704/nq.2022.20.5.nq22206>
- Dugard, P., & Todman, J. (1995). Analysis of Pre-test-Post-test Control Group Designs un Educational Research. *Educational Psychology*. 15(2), 181-198
- Perdomo-García, G., y Galo-Roldán, A. (2020). Aula invertida como estrategia didáctica para propiciar el aprendizaje conceptual de la Mecánica de Fluidos de Física General en el nivel superior. *Revista De La Escuela De Física*, 8(1), 44–59. <https://doi.org/10.5377/ref.v8i1.10088>
- Pérez Collantes, R. D., Alberto Lovera, P. C., Zuñiga De Las Casas, N. E. G., y Melgar, Á. S. (2022). Aula Invertida para el aprendizaje de Física a nivel universitario. *Horizontes Revista De Investigación En Ciencias De La Educación*, 6(23), 404–417. <https://doi.org/10.33996/revistahorizontes.v6i23.343>
- Pérez Rodríguez, V. M., Jordán Hidalgo, E. P., & Salinas Espinosa, L. G. (2018). DIDÁCTICA DEL AULA INVERTIDA y LA ENSEÑANZA DE FÍSICA EN LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO. *Mikarimin. Revista Científica Multidisciplinaria*. e-ISSN 2528-7842, 4(1), 111–126. <http://45.238.216.13/ojs/index.php/mikarimin/article/download/1340/62>
- Putra, D. J., & Rahman, Z. (2019). The role of guidance and counseling teacher in solving students' learning difficulties in physics. *Journal of Physics*

Conference Series, 1321(3), 032056. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1321/3/032056>

Rajamurugu, N. (2024). A project-based learning (PBL) on gas dynamic concepts using hydraulic analogy technique. *International Journal of Mechanical Engineering Education*. <https://doi.org/10.1177/03064190231224339>

Ruiz, M.L. (2019, 22 de mayo). Alfa de Cronbach ( $\alpha$ ): qué es y cómo se una en estadística. *Psicología y Mente*. <https://psicologiaymente.com/miscelanea/alfa-de-cronbach>

Sena-Esteves, M. T., Ribeiro, M., Morais, C., Brás-Pereira, I., Guedes, A., Soares, F., & Leão, C. P. (2023). Team-Based learning to enhance student' competencies in a fluid mechanics module. In *Lecture notes in educational technology* (pp. 135–143). [https://doi.org/10.1007/978-981-99-0942-1\\_13](https://doi.org/10.1007/978-981-99-0942-1_13)

Shapiro, SS y Wilk, MB. (1965). Prueba de análisis de varianza para normalidad (muestras completas). *Biometrika*, 52, 591-611. <https://doi.org/10.1093/biomet/52.3-4.591>

Siswanto, J., Harjanta, A. T. J., Prahani, B., & Suminar, I. (2022). The role of physics teachers in digital learning. *KnE Social Sciences*. <https://doi.org/10.18502/kss.v7i14.12048>

Solomon, J., Hamilton, E., Viswanathan, V., Nayak, C., & Akasheh, F. (2018). A protocol-based blended model for fluid mechanics instruction.

Vaidya, A. (2020). Teaching and learning of fluid mechanics. *Fluids*, 5(2), 49. <https://doi.org/10.3390/fluids5020049>

Vaidya, A. (2021). Contributions to the teaching and learning of fluid mechanics. *Fluids*, 6(8), 269. <https://doi.org/10.3390/fluids6080269>

Webster, D. R., Majerich, D. M., & Madden, A. G. (2015). Flippin' Fluid Mechanics-Comparison using two groups. *AEE Journal*, 5(3).

Zimmermann, M. V. (2023). Flipped Classroom o aula invertida: principios, fundamentos y aplicaciones en entornos de aprendizaje. *Deleted Journal*, 22, 55–73. [https://doi.org/10.59318/krinein\\_2023.22.00.0055](https://doi.org/10.59318/krinein_2023.22.00.0055)

## **7. Apéndices y anexos**

### **7.1. Apéndice A. Propuesta didáctica**

[https://drive.google.com/file/d/1Plw-WZErVi\\_4LItTn5TfHIX5NmB4EtDi/view?usp=sharing](https://drive.google.com/file/d/1Plw-WZErVi_4LItTn5TfHIX5NmB4EtDi/view?usp=sharing)

### **7.2. Apéndice B. Pretest y postest**

[https://docs.google.com/document/d/1MjIh8Neii1x5MUc\\_ykhEflWF9SiJnxzn/edit?usp=sharing&oid=101926367261134465726&rtpof=true&sd=true](https://docs.google.com/document/d/1MjIh8Neii1x5MUc_ykhEflWF9SiJnxzn/edit?usp=sharing&oid=101926367261134465726&rtpof=true&sd=true)

### **7.3. Apéndice C. Cuestionario de satisfacción**

[https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSdayNcQVKyzkA4hhByAt7DmEj0VpB\\_BwtgQyNcoteAhwsx1S8A/viewform?usp=sharing&oid=10192636726113446572](https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSdayNcQVKyzkA4hhByAt7DmEj0VpB_BwtgQyNcoteAhwsx1S8A/viewform?usp=sharing&oid=10192636726113446572)

## 7.4. Apéndice D. Pruebas de normalidad en SPSS

Shapiro y Wilk (1965), presentan un método estadístico para determinar la distribución de normalidad de una muestra completa. Permite contrastar la hipótesis nula de que los datos en la muestra presentan una distribución normal, en caso de que el  $p_{valor}$  sea menor que el valor de significancia  $\alpha$  se rechaza la hipótesis nula y se concluye que los datos no siguen una distribución normal. Esta prueba es específica para muestras pequeñas ( $n < 50$ ), y conforma el requisito previo para saber si se aplica una prueba paramétrica o no paramétrica.

En esta investigación para medir la normalidad de los datos, se utilizó el software SPSS, en el cual se deja una descripción de cómo se lo hizo:

- Cargamos las calificaciones obtenidas en el pretest y postest en ambos grupos a la ventana de editor de datos del SPSS.



	Nombre	Tipo	Anchura	Decimales	Etiqueta	Valores	Perdidos	Columnas	Alineación	Medida	Rol
1	Pretest_Control	Númérico	8	2		Ninguno	Ninguno	8	Derecha	Escala	Entrada
2	Pretest_Experimental	Númérico	8	2		Ninguno	Ninguno	8	Derecha	Escala	Entrada
3	Postest_Control	Númérico	8	2		Ninguno	Ninguno	8	Derecha	Escala	Entrada
4	Postest_Experimental	Númérico	8	2		Ninguno	Ninguno	8	Derecha	Escala	Entrada

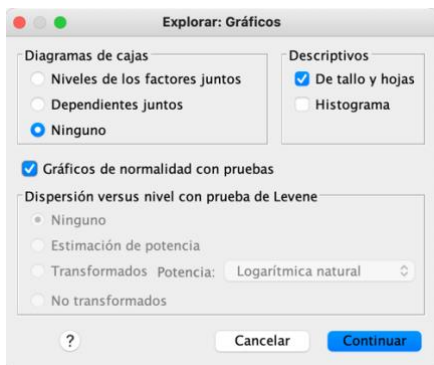
- Luego, clic en Analizar → Estadísticos descriptivos → Explorar, aparecerá una nueva ventana



- Incluimos todas las variables en la Lista de dependiente y en Estadísticos... escogemos la opción descriptivos con el 95% de intervalo de confianza.



- Luego, escogemos la opción Gráficos y escogemos Ninguno en Diagrama de cajas y seleccionamos Gráficos de normalidad con pruebas



- Clic en Continuar y luego en Aceptar
- Finalmente, el software nos arrojará las pruebas de normalidad.

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Pretest_Control	.208	27	.004	.890	27	.008
Postest_Control	.123	27	.200*	.955	27	.287
Pretest_Experimental	.225	27	.001	.836	27	.001
Postest_Experimental	.199	27	.008	.928	27	.062

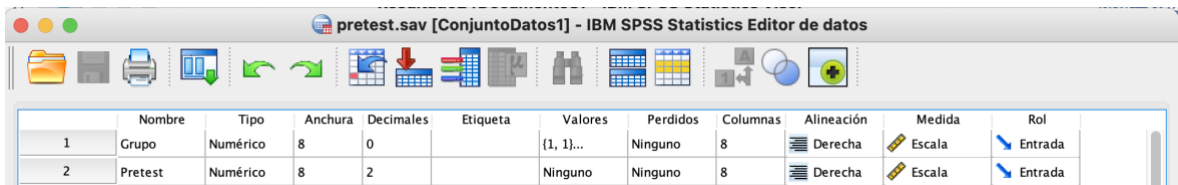
\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.  
a. Corrección de significación de Lilliefors

## 7.5. Apéndice E. Prueba no paramétrica U de Mann-Whitney

La prueba U de Mann-Whitney es una prueba estadística no paramétrica, la cual compara las medianas de dos grupos independientes para determinar si dos muestras provienen de una misma población, en este caso, si los grupos tienen las mismas condiciones iniciales de conocimiento (McClenaghan, 2024).

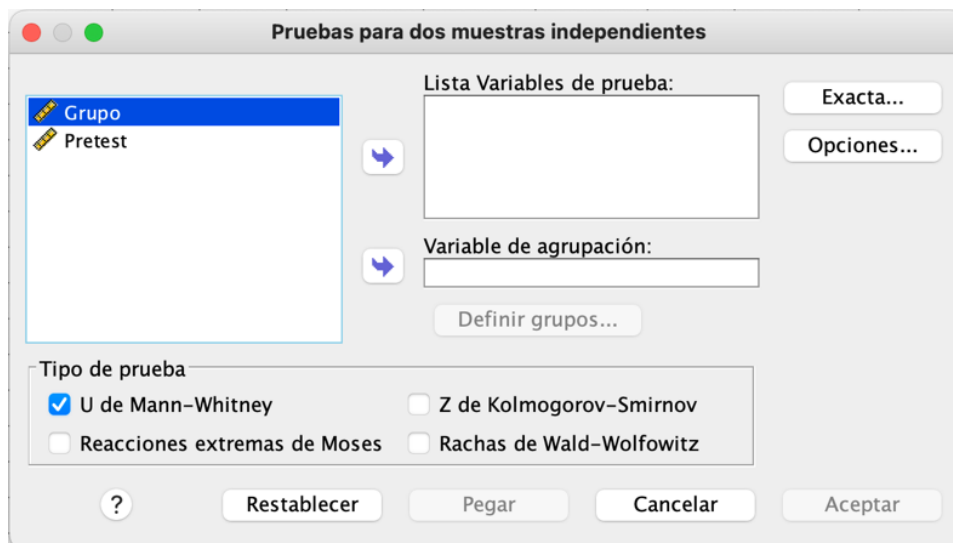
A continuación, se describe los pasos que se siguen en el software SPSS:

- Cargar los datos al software, de tal manera que se asigne un número a cada grupo, para este caso el número 1 será para el grupo de control y el 2 para el grupo experimental. Asignando los valores 1 y 2 para la variable Grupo.

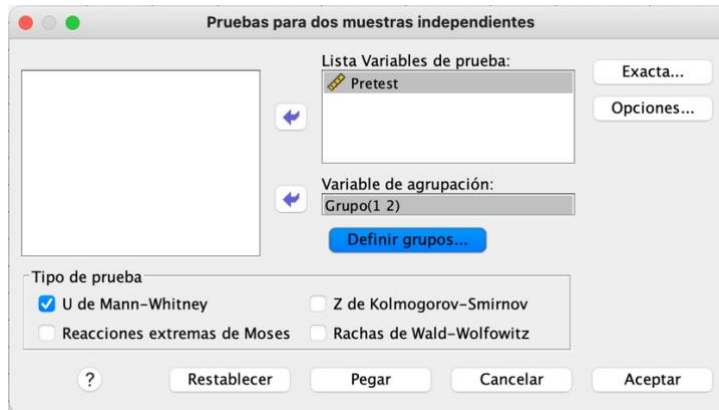


	Nombre	Tipo	Anchura	Decimales	Etiqueta	Valores	Perdidos	Columnas	Alineación	Medida	Rol
1	Grupo	Númérico	8	0		{1, 1}...	Ninguno	8	Derecha	Escala	Entrada
2	Pretest	Númérico	8	2		Ninguno	Ninguno	8	Derecha	Escala	Entrada

- Luego, clic en Analizar → Pruebas no paramétricas → Cuadros de diálogo antiguos → 2 muestras independientes..., aparecerá una nueva ventana.



- Asignamos la variable Grupo en la casilla Variable de Agrupación y definimos los grupos 1 y 2. Luego, pasamos la variable Pretest, con los resultados de los pretest de ambos grupos a la Lista de Variables de prueba.



- Clic en Aceptar y luego el software te arrojará los resultados.

### Estadísticos de prueba<sup>a</sup>

	Pretest
U de Mann-Whitney	358.000
W de Wilcoxon	886.000
Z	-1.166
Sig. asintótica(bilateral)	.243

a. Variable de agrupación:  
Grupo

### Estadísticos de prueba<sup>a</sup>

	VAR000001
U de Mann-Whitney	186.000
W de Wilcoxon	564.000
Z	-3.776
Sig. asintótica(bilateral)	.000

a. Variable de agrupación:  
VAR000001

## 7.6. Apéndice F. Tamaño del efecto $d$ de Cohen

La  $d$  de Cohen sirve para medir el tamaño del efecto de la intervención, estandarizando la diferencia entre los grupos. Para el cálculo de la  $d$  de Cohen, se utiliza la fórmula básica

$$d = \frac{M_1 - M_2}{S_p}$$

En la cual:

$M_1$  y  $M_2$  son las medias muestrales de los grupos

$S_p$  la desviación estándar estimada de la población agrupada.

Para este caso:

$$S_p = \sqrt{\frac{(N_1 - 1)S_1^2 + (N_2 - 1)S_2^2}{N_1 + N_2 - 2}}$$

Dónde:

$N$  es la media de cada grupo

$S^2$  es la varianza de cada grupo.

La pauta para interpretar el tamaño del efecto es:

$d \leq 0,2$  efecto pequeño

$d \leq 0,5$  efecto moderado

$d \geq 0,8$  efecto grande

Para la medición del tamaño del efecto para esta investigación, se utilizó la calculadora del tamaño del efecto en el siguiente enlace:

<https://www.socscistatistics.com/effectsize/default3.aspx>

### 7.7. Apéndice G. Medición del factor de Hake

La medición del factor del Hake se realizó en el software Excel, el cual permitió determinar la diferencia entre los grupos. A continuación, se explica cómo se lo realizó:

Con los datos tabulados de cada uno de los grupos y los test, primero sacamos el promedio que alcanzaron cada uno, para ello utilizamos la función PROMEDIO.

Luego, obtenemos el porcentaje de cada uno de los promedios, para posteriormente aplicar la Ecuación 2, que permite medir la ganancia del aprendizaje.

La ganancia para el grupo de control se obtiene con la expresión:

$$= (F72 - E72)/(100 - E72)$$

Los resultados para el grupo de control se tienen:

Pretest	Postest	Ganancia
20.37037037	36.11111111	0.197674419

La ganancia para el grupo experimental se obtiene con la expresión:

$$= (P76 - O76)/(100 - O76)$$

Los resultados para el grupo experimental se tienen:

Pre	Post	Ganancia
16.015625	62.109375	0.548837209

El detalle de todas las mediciones se puede ver en el siguiente enlace drive:

[https://docs.google.com/spreadsheets/d/1Kq\\_sjoe0YRYs67RnmlRzqxxpymtHjqz/edit?usp=sharing&oid=101926367261134465726&rtpof=true&sd=true](https://docs.google.com/spreadsheets/d/1Kq_sjoe0YRYs67RnmlRzqxxpymtHjqz/edit?usp=sharing&oid=101926367261134465726&rtpof=true&sd=true)

## 7.8. Apéndice H. Medición de la concentración de Bao

La medición de la concentración de Bao se realizó en el software Excel, el cual permitió determinar cuáles de los reactivos tienen mayor concentración de respuesta. A continuación, se explica cómo se lo realizó:

- Con los datos tabulados de cada uno de los grupos y los test, primero sacamos el promedio que alcanzaron cada una de las preguntas al ser seleccionadas con la respuesta correcta, para ello utilizamos la función PROMEDIO. A esta respuesta le llamaremos puntaje por pregunta de la Q1 a la Q8.
- Luego contamos por cada una de las preguntas la cantidad de los ítems que han sido elegidos. Para ello usaremos la función CONTAR.SI, que incluirá la condición del ítem de respuesta. Por ejemplo:  
=CONTAR.SI(\$M\$4:\$M\$35,"a")

	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8
a	3	20	9	5	1	15	15	4
b	6	10	6	2	2	6	3	8
c	9	1	2	13	5	4	5	6
d	12	1	12	4	18	5	4	10
e	2	0	3	8	6	2	5	4

- Calculamos el índice de concentración con la Ecuación 3. Para este caso podemos utilizar: 
$$=(\text{RAIZ}(\text{\$C\$79}) / (\text{RAIZ}(\text{\$C\$79}) - 1)) * ((\text{RAIZ}(\text{SUMAPRODUCTO}(\text{M89:M93}^2)) / \text{\$N\$82}) - (1 / \text{RAIZ}(\text{\$C\$79})))$$
- Así, obtenemos la tabla de la puntuación con el índice de concentración.

	PreExp		PosExp	
	Puntuación	C	Puntuación	C
Ítem 1	0.187500	0.126750	0.8125	0.9509
Ítem 2	0.031250	0.457598	0.7188	0.7906
Ítem 3	0.281250	0.126750	0.7813	0.8860
Ítem 4	0.156250	0.133556	0.4375	0.4300
Ítem 5	0.062500	0.307396	0.5000	0.4373
Ítem 6	0.156250	0.179885	0.6250	0.6680
Ítem 7	0.156250	0.170142	0.5000	0.5410
Ítem 8	0.250000	0.052049	0.5938	0.5803

El detalle de todas las mediciones se puede ver en el siguiente enlace drive:

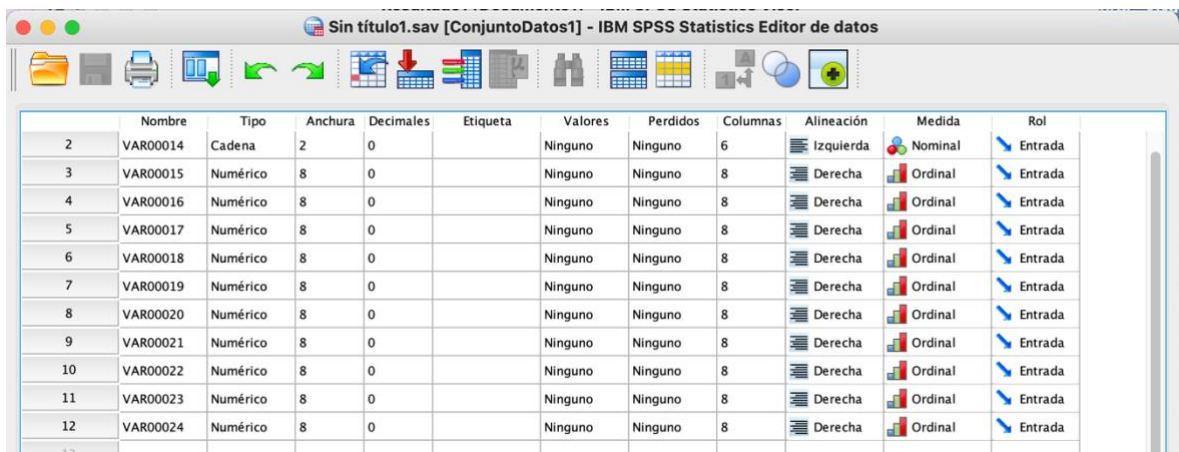
[https://docs.google.com/spreadsheets/d/1Kq\\_sjoe0YRYs67RnmlRzqxpxymtHjqz/edit?usp=sharing&oid=101926367261134465726&rtpof=true&sd=true](https://docs.google.com/spreadsheets/d/1Kq_sjoe0YRYs67RnmlRzqxpxymtHjqz/edit?usp=sharing&oid=101926367261134465726&rtpof=true&sd=true)

## 7.9. Apéndice I. Medición del Alpha de Cronbach para el cuestionario de satisfacción

Este índice corresponde a una medida de la fiabilidad o consistencia interna de una escala medida o test. Consiste en la media de las correlaciones entre las variables que forman parte de la escala (Ruiz, 2019).

Para las mediciones utilizadas en esta investigación se utilizó el Software SPSS, en el cual se siguieron los siguientes pasos:

- Cargar los datos obtenidos por cada una de las preguntas de la encuesta de satisfacción en la ventana de editor de datos del SPSS.



	Nombre	Tipo	Anchura	Decimales	Etiqueta	Valores	Perdidos	Columnas	Alineación	Medida	Rol
2	VAR00014	Cadena	2	0		Ninguno	Ninguno	6	Izquierda	Nominal	Entrada
3	VAR00015	Númérico	8	0		Ninguno	Ninguno	8	Derecha	Ordinal	Entrada
4	VAR00016	Númérico	8	0		Ninguno	Ninguno	8	Derecha	Ordinal	Entrada
5	VAR00017	Númérico	8	0		Ninguno	Ninguno	8	Derecha	Ordinal	Entrada
6	VAR00018	Númérico	8	0		Ninguno	Ninguno	8	Derecha	Ordinal	Entrada
7	VAR00019	Númérico	8	0		Ninguno	Ninguno	8	Derecha	Ordinal	Entrada
8	VAR00020	Númérico	8	0		Ninguno	Ninguno	8	Derecha	Ordinal	Entrada
9	VAR00021	Númérico	8	0		Ninguno	Ninguno	8	Derecha	Ordinal	Entrada
10	VAR00022	Númérico	8	0		Ninguno	Ninguno	8	Derecha	Ordinal	Entrada
11	VAR00023	Númérico	8	0		Ninguno	Ninguno	8	Derecha	Ordinal	Entrada
12	VAR00024	Númérico	8	0		Ninguno	Ninguno	8	Derecha	Ordinal	Entrada

- Luego, clic en Analizar → Escala → Análisis de fiabilidad..., aparecerá una nueva ventana.



Análisis de fiabilidad

Elementos: VAR00015, VAR00016, VAR00017, VAR00018, VAR00019, VAR00020, VAR00021, VAR00022, VAR00023

Modelo: Alfa

Etiqueta de escala:

Estadísticos...

Restablecer Pegar Cancelar Aceptar

- Ubicamos todas las variables en la ventana de elementos, escogemos el modelo Alfa y luego damos clic en Aceptar.

- Finalmente, el software arroja los resultados obtenidos del análisis de fiabilidad.

### **Estadísticas de fiabilidad**

Alfa de Cronbach	N de elementos
.936	10