

Universidad Pedagógica Nacional

Francisco Morazán

Vicerrectoría de Investigación y Postgrado

Dirección de Postgrado

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



Tesis de Maestría

**Implementación del aula invertida para mejorar la enseñanza-aprendizaje en
estudiantes de Física a nivel superior en el estudio del péndulo simple**

Tesista

RAMÓN AMILCAR GARCÍA LAÍNEZ

Asesor de Tesis

Dr. ARMANDO EUCEDA

Tegucigalpa, julio 2020

**IMPLEMENTACIÓN DEL AULA INVERTIDA PARA MEJORAR LA
ENSEÑANZA-APRENDIZAJE EN ESTUDIANTES DE FÍSICA A NIVEL
SUPERIOR EN EL ESTUDIO DEL PÉNDULO SIMPLE**

Universidad Pedagógica Nacional

Francisco Morazán

Vicerrectoría de Investigación y Postgrado

Dirección de Postgrado

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



**Implementación del aula invertida para mejorar la enseñanza-aprendizaje en
estudiantes de Física a nivel superior en el estudio del péndulo simple**

Tesis para obtener el título de

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

Tesista

RAMÓN AMÍLCAR GARCÍA LAÍNEZ

Asesor de Tesis

Dr. ARMANDO EUCEDA

Tegucigalpa, julio 2020

AUTORIDADES

Dr. HERMES ALDUVÍN DÍAZ LUNA
Rector

M.Sc. BARTOLOMÉ CHINCHILLA CHINCHILLA
Vicerrector Académico

M.Sc. JOSÉ DARÍO CRUZ ZELAYA
Vicerrector Administrativo

Dr. JOSÉ HERNÁN MONTÚFAR CHINCHILLA
Vicerrector de Investigación y Postgrado

Dra. JENNY MARGOTH ZELAYA MATAMOROS
Vicerrectora del CUED

M.Sc. JOSÉ WILMER GODOY ZEPEDA
Secretario General

Dr. ROGERS DANIEL SOLENO
Director de Postgrado

Tegucigalpa, julio 2020

Terna Examinadora

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

Tegucigalpa, 16 julio del 2020

M.Sc. Francisco Sánchez

Examinador presidente

M.Sc. Alejandro Galo Roldan

Examinador

M.Sc. Nelson Morales

Examinador

RAMÓN AMÍLCAR GARCÍA LAÍNEZ

Tesista

Dedicatoria

A Dios, mi madre Dorila Laínez y mi Hija Kriss García, gracias por ser la energía que mueve mi vida y la razón principal para culminar esta nueva etapa académica.

Agradecimiento

En el proceso de investigación existen momentos difíciles en los cuales tenemos amigos y amigas que nos apoyan de una u otra forma, a las cuales hoy agradezco.

A mi asesor Doctor Armando Euceda, quien ha estado paso a paso en este proyecto investigativo y en mi formación académica.

A la docente Msc. Merly Domínguez quien me colaboró para la aplicación de la implementación metodológica de la tesis, en el espacio formativo de Física II.

A mis hermanas (Jeidy y Kriss) por su motivación y demostrarme su apoyo en mí proceso académico.

A la Msc. Maryory Medina y el Doctor Cesar Alvarado quienes me apoyaron de manera incondicional en este proyecto investigativo.

A la Doctora Rut Laínez quien siempre ha estado pendiente de mi formación académica y su colaboración en la corrección de redacción y estilo de la investigación.

Por último, a mi amigo y hermano Kair Padilla, por darme aliento cuando la gravedad me hacía caer.

Índices

Índice General

Dedicatoria	5
Agradecimiento.....	7
Introducción.....	13
CAPÍTULO 1: CONSTRUCCIÓN DEL OBJETO DE ESTUDIO.....	16
1.1 Planteamiento del problema.....	16
1.2 Objetivos de la Investigación	18
1.2.1 Objetivo General	18
1.2.2 Objetivos Específicos	18
1.3 Preguntas de investigación.....	18
1.3.1 Formulación de la pregunta principal:.....	18
1.3.2 Formulación de las preguntas secundarias:	19
1.4 Justificación.....	19
CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO	22
2.1 Aspectos Pedagógicos.....	22
2.1.1 La enseñanza-aprendizaje del siglo XXI	22
2.1.2 El Aula Invertida (A.I)	24
2.2 Aspectos Didácticos.....	31
2.2.1 La enseñanza de la física en el siglo XXI.....	31
2.2.2 Estrategias usadas con aula invertida para la enseñanza de la Física	33

2.3 Aspectos Disciplinarios	36
2.3.1 La enseñanza de la física del péndulo simple	36
2.3.2 Conceptos fundamentales para el estudio de la Física del péndulo simple	39
CAPÍTULO 3: MARCO METODOLÓGICO	43
3.1 Enfoque	43
3.2 Tipo de estudio	43
3.3 Tipo de diseño	44
3.3.1 Primera etapa: Diagnóstico.....	45
3.3.2 Segunda etapa: Planificación	46
3.3.3 Tercera etapa: Intervención	49
3.3.4 Cuarta etapa: Reflexión	51
3.4 Hipótesis de Acción.....	52
3.5 Categoría de Análisis	52
3.5.1 Ganancia de Aprendizaje.....	52
3.5.2 Aula invertida.....	52
3.6 Matriz de Categoría de Análisis y subcategorías	52
3.7 Grupos participantes	53
3.8 Técnicas de recolección de datos	53
3.8.1 Test conceptual.....	54
3.8.2 Entrevista Estructurada.....	54
3.9 Análisis de datos	55

Capítulo 4: ANÁLISIS Y RESULTADOS DEL ESTUDIO.....	58
4.1 Análisis de datos después del uso de la metodología aula invertida	58
4.2 Resultados del Test-conceptual contrastado con el Factor de Hake.....	59
Capítulo 5: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	75
5.1 Conclusiones.....	75
5.2 Recomendaciones	77
Bibliografía.....	78
Anexos.....	82

Índice de Figura

1. Figura 1: Diagrama de cuerpo libre del movimiento del péndulo simple -----	38
2. Figura 2: Función sinusoidal del péndulo simple -----	39
3. Figura 3: Diagrama del movimiento ondulatorio -----	40

Índice de Tabla o Cuadros

1. Tabla 1: Ventajas y Desventajas de implementar el Aula Invertida -----	29
2. Tabla 2: Comparación del proceso de enseñanza del aula invertida y tradicional-----	30
3. Tabla 3: Planificación de las actividades a realizar en la etapa Antes de la intervención -- -----	47
4. Tabla 4: Planificación de las actividades a realizar en la etapa Durante de la intervención -----	47/48
5. Tabla 5: Planificación de las actividades a realizar en la etapa Después de la intervención -----	49
6. Tabla 6: Categoría y subcategorías de análisis -----	53

7. Tabla 7: Escala de valoración del factor de Hake -----	56
8. Tabla 8: Códigos para el análisis de la investigación -----	57
9. Tabla 9: Resultados generales del Test-conceptual -----	59
10. Tabla 10: Datos del Experimento Colectivo del péndulo simple -----	62
11. Tabla 11: Triangulación de los resultados-----	74

Índice de Gráficos

1. Gráfico 1: Ganancia normalizada de los aprendizaje -----	60
2. Gráfico 2: Longitud y Periodo elevado al cuadro -----	63

Índice de Mapa Conceptuales

1. Mapa conceptual 1: Estilos de aprendizaje basado en el aprendizaje tecnologico -----	23
2. Mapa conceptual 2: Taxonomía de Bloom para el aula invertida -----	25
3. Mapa conceptual 3: Diseño metodológico de la investigación -----	44
4. Mapa conceptual 4: Diagrama de la triangulación de datos de la investigación -----	55

Índice de Anexos

1. Anexo 1: Test conceptual de la investigación-----	86
2. Anexo 2: Entrevista de la Investigación-----	89
3. Anexo 3: Experimento Colectivo-----	91
4. Anexo 4: Proceso de Validación-----	96

Índice de Sigla

UPNFM: Universidad Pedagógica Nacional Francisco Morazán

UNAH: Universidad Nacional Autónoma de Honduras

DCN: Departamento de Ciencias Naturales

IP: Instrucción entre Pares

TIC: Tecnología de la Información y la Comunicación

SD: Secuencia Didáctica

RV: Recurso Virtuales

EC: Experimento Colectivo

GA: Ganancia de Aprendizaje

AI: Aula Invertida

LMS: Learning Managment System “sistema de gestión de aprendizaje”

MAS: Movimiento Armónico Simple

RQDA: Paquete utilizado en el software R libre para el análisis de datos cualitativos

E: Código usado para determinar los Estudiantes entrevistados

P: Código usado para determinar el número de preguntas del test-conceptual

RA: Rendimiento Académico

CC: Comprensión Conceptual

MAI: Metodología Aula Invertida

GA: Ganancia de Aprendizaje

RV: Recursos Virtuales

EC: Experimento Colectivo

SD: Secuencia Didáctica

INTRODUCCIÓN

En la última década, la enseñanza-aprendizaje de las ciencias ha generado irrupciones particularmente en el campo de la enseñanza de la física, con el uso de nuevas tecnologías y avances metodológicos se ha reducido tiempo en la comunicación y adquisición de la información. El aula invertida “flipped classroom” aboga entornos de aprendizajes centrados en el alumno, diseñando recursos didácticos innovadores que facilitan la investigación y sobre todo mejora el aprendizaje en los estudiantes (Bergmann & Sams, 2015).

En esta investigación se estudia la Física del péndulo simple, partiendo de los errores conceptuales que los estudiantes reflejan en la comprensión del modelo mental y sus conceptos básicos, los estudiantes piensan que la masa que cuelga del objeto interfiere en el movimiento oscilatorio, o al resolver un problema no logran comprender los conceptos de frecuencia, periodo y energía cinética o energía potencial gravitacional, esto se debe a la forma de como enseñaron estos conceptos en los cursos básicos de Física (Benito & Gras-Marti, 2005, pág. 1)

Por su parte, la implementación de la metodología aula invertida ha creado una nueva forma de enseñanza-aprendizaje bajo un modelo dinámico, en este estudio en particular los estudiantes ejecutan un experimento colectivo el cual reúne esas observaciones que permite mejorar la concepción del modelo mental y conceptual que tiene los estudiantes acerca del estudio de la Física del péndulo simple, del mismo modo este se apoya en la virtualización de los contenidos usando una interfaz que refuerza los conocimientos teóricos-prácticos. Ampliando los horizontes pedagógicos con la utilización de los simuladores PhET, demostrando lo que históricamente está documentado que “la tecnología ha desempeñado frecuentemente un papel vital en el surgimiento de nuevas ciencias” (Kuhn, 2004, pág. 41). En este caso, un nuevo modelo de enseñanza-aprendizaje que da respuesta a la demanda educativa de este siglo XXI.

Por su parte esta investigación se estructura en cinco capítulos teniendo el estilo y diseño de la Universidad Pedagógica Nacional Francisco Morazán (UPNFM), El capítulo I, da a conocer la pertinencia que tiene el implementar el aula invertida como un modelo metodológico acorde a las exigencias actuales del sistema educativo, sustentando las múltiples ventajas en la producción de los aprendizajes significativos en los estudiantes.

En el capítulo II se fundamenta los aspectos teóricos que sustenta el trabajo de la implementación metodológica del aula invertida, sus ventajas y desventajas, también las técnicas que los docentes de Física a nivel internacional han desarrollado usando este modelo de enseñanza-aprendizaje, así mismo los fundamentos básicos y ecuaciones que describen el estudio de la Física del péndulo simple.

El capítulo III, describe el método investigativo, siendo este el método cualitativo con un diseño de investigación-acción en el aula de clase, de tipo descriptivo, implementando así el aula invertida para mejorar la enseñanza-aprendizaje a los estudiantes en el estudio de la Física del péndulo simple, donde se escogió un grupo de participante de la UPNFM bajo el criterio de experto, siendo la sección de Física II, en la jornada vespertina del primer periodo 2019, a estos estudiantes se le aplicó un test conceptual en dos momentos (antes y después de la intervención), también se recogió el punto de vista de ellos sobre la implementación del aula invertida, usando la entrevista estructurada.

El capítulo IV, contiene los resultados obtenidos en la investigación producto al test conceptual el que se analizó bajo el factor de Hake que determina la ganancia de aprendizaje comparando el pre-test y pos-test, así mismo el resultado de las entrevistas realizadas únicamente a los estudiantes siendo trianguladas bajo los códigos de las categorías y subcategorías de análisis realizadas con el software libre R.

Por último el capítulo V, muestra las conclusiones y recomendaciones del proceso investigado, donde se reflejan un factor promedio de Hake del 0.68, con este resultado encontrado se afirma el logro de los aprendizajes concluyendo que la ganancia de aprendizaje es significativa en todos los conceptos básicos del estudio de la Física del péndulo simple, del mismo modo las tendencias en las respuestas de las entrevistas afirman que sí mejoró el aprendizaje de los estudiantes usando el aula invertida, la cual despertando el interés y nuevas expectativas a los estudiantes para su proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física.

Por tanto, esta investigación se encuentra en la línea de calidad y equidad de la educación para la enseñanza de la física en el estudio del péndulo simple, innovando el proceso educativo, fortaleciendo con modelos metodológicos y estrategias didácticas al Departamento de Ciencias Naturales (DCN) de la Universidad Pedagógica Nacional Francisco Morazán líder en la formación docente de los diferentes niveles educativo que rige la Secretaría de Educación de Honduras.

CAPÍTULO 1: CONSTRUCCIÓN DEL OBJETO DE ESTUDIO

1.1. Planteamiento del problema

La didáctica de la física en esta última década ha creado técnicas integradoras producto a la demanda de una enseñanza más científica que permita a la mayoría de la población disponer de los conocimientos científicos y tecnológicos necesarios para desenvolverse en la vida cotidiana y ayudar a resolver los problemas a futuro (Guisasola, Gras-Martí, Torregrosa, Almudí, & Labra, 2004). Actualmente, los métodos y técnicas utilizados en la enseñanza de las ciencias, particularmente en la física, no están acorde en su totalidad a las demandas que la sociedad exige, producto a la persistencia en la enseñanza tradicional que ha imperado por siglos y se mantiene aún vigente en las aulas de clases de los centros educativos en cualquier nivel de enseñanza.

En la mayoría de los casos, el rol que desempeñan los estudiantes en la clase de física a nivel universitario es pasivo, memorístico, rutinario y desarrollado bajo metodología que no promueve la generación de nuevas competencias (Ortega, 2007). Lo antes mencionado es una de las principales razones por las cuales el proceso de enseñanza de la física debe estar enmarcado en satisfacer las exigencias actuales del modernismo educativo del siglo XXI, a través del uso de los métodos y técnicas que integren la tecnología generando mejoras en la enseñanza-aprendizaje de la Física como ciencia.

Particularmente, uno de los temas que los estudiantes universitarios conocen de manera superficial es el péndulo simple, ubicado como segundo ejemplo secuencial en la unidad didáctica del movimiento armónico simple (Garzon, 2014). Además, es enseñado en todos los cursos introductorios de física, donde se evidencia los errores conceptuales que presentan los estudiantes producto al modelo de enseñanza, el que radica en la falta de análisis del movimiento

oscilatorio del péndulo simple (Benito & Gras-Marti, 2005). Esta es otra razón para mejorar la enseñanza-aprendizaje de la Física, implementando nuevos recursos didácticos y tecnológicos que forme un modelo más holístico del péndulo simple.

En el caso de Honduras, no se registran investigaciones previas que aborden la problemática en torno al proceso de estudio de la Física del péndulo simple, tampoco en la implementación del aula invertida como metodología de enseñanza-aprendizaje en los espacios pedagógicos de Física a nivel universitario, lo que demuestra la necesidad de investigar el proceso de intervención metodológica para el estudio del péndulo simple, usando técnicas didácticas como el experimento colectivo y recursos virtuales que faciliten la interfaz de comunicación entre el docente-alumno generando un mejor aprendizaje en los estudiantes.

El aula invertida por su parte, es una metodología innovadora que se puede aplicar para la enseñanza-aprendizaje de cualquier disciplina de estudio de forma más dinámica, invirtiendo la clase tradicional, cambiando el rol del estudiante en su casa, el cual recibe la información usando un medio virtual (sitios web), donde realiza actividades guiando su aprendizaje a; leer, observar videos y realizar guías teóricas, resúmenes, ensayos, entre otras, dejando así el espacio de la clase, para realizar problemas, ejercicios o actividades experimentales, desarrollando de manera más efectiva las competencias de los estudiantes (Bergmann & Sams, 2015).

Esta metodología nace del constructivismo mejorando las técnicas y recursos del proceso de enseñanza-aprendizaje, por medio del uso de las tecnologías de la información y comunicación (TIC), ya que “el mundo de los jóvenes no es atractivo sin dichas tecnologías” (González & Encizo, 2016, pág. 69). Algunos de los beneficios incluyen: el fácil acceso a la información en tiempo y espacio; ilustración de los detalles en temas complejos por medio los recursos virtuales; la generación de autonomía en los estudiantes para su aprendizaje; el desarrollo del pensamiento

crítico y reflexivo y el nivel de comunicación entre el docente y alumno permitiendo “que el profesor dé un tratamiento más individualizado, el cual cuando se realiza con éxito, abarca todas las fases del ciclo de aprendizaje” (María Vidal Ledo, 2016, pág. 678)

Con base a la problemática antes expuesta, esta investigación evalúa el uso del aula invertida como metodología para mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje en el estudio del péndulo simple a estudiantes de Física II del DCN de la UPNFM, siendo de interés para el campo didáctico de la Física de la única Universidad formadora de profesores de educación media de Honduras.

1.2 Objetivos de la Investigación

1.2.1 Objetivo General

Evaluar el uso de la metodología del aula invertida para mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje en los estudiantes de Física II en el estudio del péndulo simple del Departamento de Ciencias Naturales de la Universidad Pedagógica Nacional Francisco Morazán.

1.2.2. Objetivos Específicos

1. Medir el aprendizaje adquirido en los estudiantes de Física II mediante un pre-test y post-test conceptual después de la implementación del aula invertida en el estudio del péndulo simple.
2. Verificar el nivel de comprensión conceptual de aprendizaje en el estudio del péndulo simple en los estudiantes de Física II después de la implementación del aula invertida utilizando el factor normalizado de ganancia de Hake.
3. Analizar la implementación de la metodología del aula invertida en el estudio del péndulo simple a estudiantes de Física II mediante una entrevista estructurada.

1.3 Preguntas de investigación

1.3.1 Formulación de la pregunta principal:

¿Cómo evaluar la implementación de la metodología aula invertida en el estudio del péndulo simple para estudiantes de Física II?

1.3.2 Formulación de las preguntas secundarias:

1. ¿El uso del experimento colectivo mediante el aula invertida mejora el aprendizaje conceptual de los estudiantes de Física II en el estudio del péndulo simple?
2. ¿El nivel de comprensión conceptual en el aprendizaje del péndulo simple es mejorado con la implementación del aula invertida?
3. ¿El uso del aula invertida mejora la enseñanza-aprendizaje de la Física del péndulo simple?

1.4 Justificación

La enseñanza de la Física ha jugado un papel importante para el desarrollo de las ciencias, los nuevos avances en diferentes áreas han mejorado las condiciones de vida, cambiado así los programas de estudio en la enseñanza de la física, incrementado el interés en los estudiantes y logrando el desarrollo científico y tecnológico, que vuelve más accesible el proceso de enseñanza-aprendizaje (Guisasola, Gras-Martí, Torregrosa, Almudí, & Labra, 2004).

De acuerdo con el texto de las revoluciones científicas “los procedimientos y las aplicaciones paradigmáticas son tan necesarias a la ciencia como las leyes y las teorías, tienen el mismo efecto” (Kuhn, 2004, pág. 105). Lo anterior sustenta la necesidad de implementar nuevas estrategias, técnicas y métodos para mejorar la enseñanza-aprendizaje de la Física, usando procedimiento o aplicaciones modernas que estén acorde a las tendencias actuales del modernismo educativo, cambiando así el paradigma de enseñanza tradicional al nuevo paradigma educativo de este siglo XXI.

Actualmente la sociedad del conocimiento manifiesta que “si los alumnos no están bien preparados no van a poder enfrentar los desafíos de la vida” (Munguia, 2016, pág. 6). Esto depende de la relación directa del docente, los que deben proponer y generar innovaciones metodológicas que potencialicen las competencias en los estudiantes. En el caso de las TIC hoy en día, se usan como herramienta para mediar el proceso de enseñanza-aprendizaje, creando el bucle entre tecnología-educación, invirtiendo los roles del proceso educativo lo que hace atractivo el proceso educativo para el estudiante de esta nueva generación.

En algunas investigaciones las innovaciones educativas se han realizado en el proceso de enseñanza-aprendizaje destacando; (Yarleque, 2018), (Marín, 2017) y (Cucalón, 2014), quienes implementaron la metodología del aula invertida y aseguran mejoras en el rendimiento académico en los estudiantes, incremento no solo el interés por conocer y profundizar los temas enseñados, también la participación en el aula de clase y los espacios virtuales, creando competencias colectivas entre ellos, lo que mejora la comunicación entre docente-alumno quienes se ubica en el centro del proceso formativo.

La enseñanza de la física en el aula invertida ha desarrollado un nuevo espectro de estrategias modernas mejorando las competencias individuales y colectivas de los estudiantes como ser; Instrucción entre Pares (IP) “Peer Instruction” creada por el Doctor en Física Erick Mazur, donde se mejora la comprensión conceptual de los estudiantes por medio de preguntas conceptuales que se realizan al inicio de clases y reformuladas después de una intervención didáctica midiendo así el aprendizaje adquirido (Mazur & Crouch, 2018).

También, el experimento colectivo es una estrategia en la enseñanza de la física donde se desarrollan habilidades grupales para generar aportes cuantitativos a la resolución de los problemas, en este caso en el estudio del péndulo simple, siendo los estudiantes quienes realicen

la actividad experimental con la ayuda de una arandela e hilo, desde la comodidad de su casa, analizando la física del movimiento oscilatorio del péndulo simple (Curtis, 1981).

Así mismo, los recursos virtuales han mejorado el estudio del péndulo simple, creando modelos mentales más específicos con respecto a su movimiento oscilatorio apoyado con simuladores y plataformas virtuales, la información se difunde de manera selectiva y clara sobre la física del péndulo simple (Benito & Gras-Marti, 2005).

Por tanto, está investigación que radica en la implementación del aula invertida para mejorar la enseñanza-aprendizaje del péndulo simple en los estudiantes de Física II, del DCN de la UPNFM, siendo pertinente para la enseñanza de la Física a nivel universitario logrando corregir los errores conceptuales, el rendimiento académico y la comprensión del modelo por medio de la experimentación, desarrollando a su vez un pensamiento más crítico en su proceso de aprendizaje a los estudiantes de Física.

CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO

En este capítulo se fundamenta la base teórica de la investigación, evidenciando los aportes de varios investigadores que han utilizado el modelo de aula invertida como metodología de enseñanza-aprendizaje aplicada a la enseñanza de la Física, se divide en tres aspectos; pedagógicos, didácticos y disciplinares. En cada uno de ellos se encuentra los argumentos teóricos que dan la pertinencia de la implementación del aula invertida, sus ventajas, desventajas, técnicas, conceptos y ecuaciones usadas para el estudio de la Física del péndulo simple.

2.1 Aspectos Pedagógicos

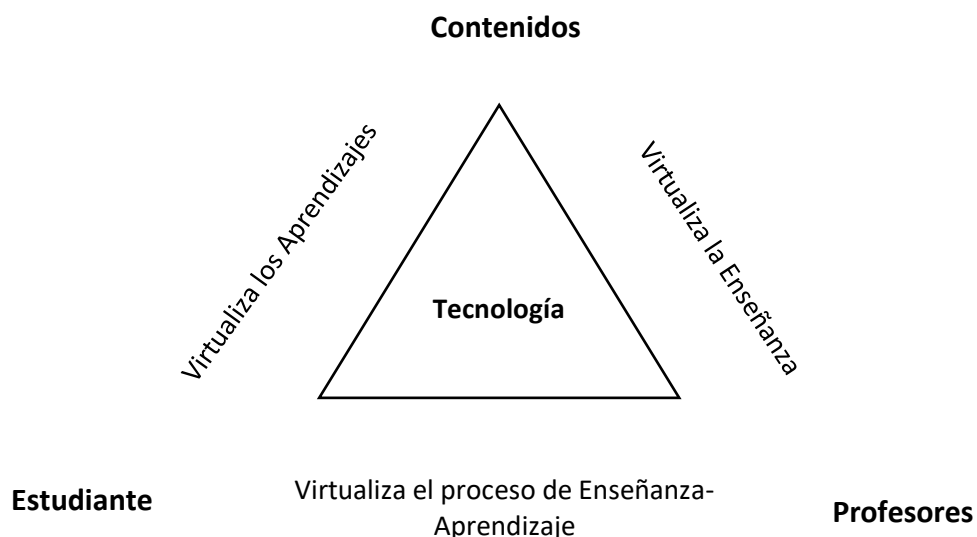
2.1.1 La enseñanza-aprendizaje del siglo XXI

Los sistemas educativos de hoy en día, crean e implementan modelos pedagógicos y didácticos, donde los estudiantes aprenden, potencializan y mejoran su forma de aprendizaje. El constructivismo de Vygotsky y Piaget, propone diferentes formas de construir los saberes, teniendo en cuenta ¿Qué se construye?, ¿Cómo se construye?, ¿Quién es el que construye?, mejorando la praxis educativa del estudiante (Tejero & Parra, 2011).

La relación entre docente-alumno en el constructivismo es de forma lineal, fortaleciendo la comunicación e intercambio de conocimiento, teniendo en cuenta diversas estrategias y técnicas que apoyan la autoformación, utilizando los medios necesarios para que los estudiantes; creen, reconstruyan y reconozcan su entorno, siendo este su mundo (Serrano & Pons, 2011).

El constructivismo de este siglo XXI se complementa con la tecnología, una herramienta fundamental en el proceso educativo donde los educadores diseñan modelos que promueven efectivamente los aprendizajes en los estudiantes, tal es el caso del aula invertida que propicia el desarrollo de los aprendizajes implementando estrategias y técnicas virtuales para facilitar los espacios de enseñanza en cualquier entorno (Casa o escuela).

La tecnología para los estudiantes, hoy en día juega un papel vital en su aprendizaje ya que nacen y forma parte de ella en todo momento (ver mapa conceptual 1), donde la tecnología es el centro o medio comunicación y desarrollo del proceso de enseña-aprendizaje, creando así un mundo virtual entre docente-alumno facilitado por una interfaz de comunicación que solo el aula invertida lo genera en tres etapas de enseñanza; antes, durante y después.



Mapa Conceptual 1: Estilos de Aprendizaje, basado al enfoque tecnológico donde se integra la tecnología como un medio para lograr el proceso educativo en el cual interactúa docentes-alumnos mejorando la comunicación en tiempo y espacio.

Fuente: Elaboración Propia 2019, a partir de (Lévy, 1999)

Por su parte, el desarrollo tecnológico ha generado al mundo un nuevo paradigma de enseñanza-aprendizaje, donde los educando aprende de manera interactiva, dinámica y desde cualquier lugar a tiempo real, evolucionando conforme cambia la tecnología, generando rupturas al mismo proceso educativo, volviéndose vanguardista e innovador para los diferentes estilos de aprendizaje.

Las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) han propiciado profundos cambios en nuestra sociedad; particularmente en la última década, como en ninguna otra,

se ha dado un impacto en diversos ámbitos, como el económico, político, cultural o social. Sin embargo, las amplias posibilidades de la tecnología no pueden darse en todos los contextos de la misma forma, ya que no todas las personas tienen acceso a los avances tecnológicos de forma equitativa (García & Quijada-Monroy, 2016, pág. 1)

Diana Oblinger en su libro “Educating the Net Generation” menciona ejemplos donde los estudiantes construyen su aprendizaje en el lugar donde se encuentran, sustentando que el sistema educativo actual, contiene estrategias y técnicas que se aplican de forma tradicional, creando un desinterés en los estudiantes para no asistir al salón de clase, además la prohibición de aparatos tecnológicos como; Tablet, teléfono celular, entre otras, en el salón de clase agudiza el desinterés, ya que en su entorno actual es el medio de comunicación.

Por su parte, la autora sustenta que los jóvenes de hoy en día son caracterizados como generación.net, creando así una nueva etapa educativa, es una generación de profesionales que nace y vive con la tecnología, por lo que "Educar a la generación en red es un privilegio y un desafío" del inglés “Educating the Net Generation is a privilege and a challenge” (Oblinger & Oblinger, 2005, pág. 1.5). Así los sistemas educativos deben de continuar innovando con diversas aplicaciones tecnológicas, cambiando al nuevo paradigma de enseñanza, aceptando los nuevos retos y mejorando cada día el aprendizaje de las ciencias, particularmente el de la enseñanza de la Física.

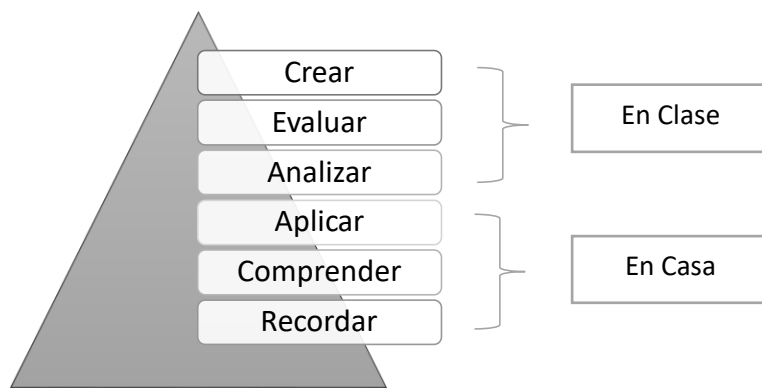
2.1.2 El Aula Invertida (A.I)¹

Esta metodología ha integrado estrategias de enseñanza-aprendizaje que motivan el interés en los estudiantes, cambiando las actividades desarrolladas en las aulas de clases desde la comprensión, memorización, análisis, síntesis, evaluación hasta crear su propio aprendizaje bajo

¹ Traducido del Inglés The Flipped Classroom

la línea taxonómica de Bloom (ver mapa conceptual 2), usando las TIC como una herramienta indispensable del proceso educativo, dejando la memorización del paradigma tradicional para desarrollar el pensamiento crítico y reflexivo durante la intervención docente-alumno enriqueciendo el aprendizaje en los estudiantes (Tecnológico de Monterrey, 2014).

“El objetivo de utilizar las TIC debe responder a la necesidad de mejorar la interacción entre estudiantes y docentes, tanto dentro como fuera del aula, y de propiciar oportunidades de aprendizaje colaborativo” (Hernández-Silva, 2017). Por ende, la metodología del aula invertida genera este espacio de interacción docente-alumno, volviendo el proceso educativo más dinámico, al mismo tiempo logra alcanzar todos los objetivos de la taxonomía de Bloom.



Mapa Conceptual 2: Taxonomía de Bloom para el aula invertida, teniendo en cuenta las tres etapas de su desarrollo; antes, durante y después de la clase.

Fuente: Elaboración propia a partir de (*theflippedclassroom.es, s.f.*).

El aula invertida se basa en dar vuelta el proceso de la clase tradicional, donde el estudiante fuera del aula de clase pueda conocer los contenidos a desarrollar usando medios virtuales que le facilite la información (video, artículos, presentaciones, simulaciones, sitio web, entre otras), así el docente organiza el tiempo de clase donde participen y colaboren activamente con los estudiantes, estimulando el aprendizaje y el interés por conocer más del tema estudiando (García & Quijada-Monroy, 2016, pág. 3).

El Instituto Tecnológico de Monterrey, México (2014), ha implementado este modelo innovador de enseñanza-aprendizaje, usando la tecnología adecuada para potencializar los conocimientos en sus estudiantes, logrando un mejor aprovechamiento académico. En EDUTRENDS, revista del Tecnológico de Monterrey, plantea características con elementos básicos que orienta la manera correcta de implementar el modelo de aula invertida.

a) *Estilos de aprendizaje del aula invertida*

Estos modelos de aula invertida son generados por la naturaleza en que se desarrolla una clase, ya sea de forma presencial o distancia, teniendo en cuenta los niveles taxonómicos de Bloom y los medios de comunicación que utiliza el docente con sus estudiantes.

1. Aprendizaje Invertido: La instrucción se entrega fuera del aula a través de videos u otras tecnologías, liberando tiempo de clase para integrar estrategias de aprendizaje activo.
2. Educación en Línea: Únicamente se produce de forma remota. Por lo general, las reuniones, tareas y demás actividades suceden en línea a través de un sistema de gestión de aprendizaje (LMS)² de forma asíncrona.
3. Clases Híbridas: Incorpora elementos en línea, por lo general durante el tiempo de clase. Las experiencias de sesiones cara a cara varían, aunque no son necesariamente diferentes a lo que ocurre en un aula tradicional.

b) *Elementos de la clase del aula invertida*

1. Ambientes Flexibles: Los estudiantes pueden elegir cuándo y dónde aprenden; esto da mayor flexibilidad a sus expectativas en el ritmo de aprendizaje. Los profesores permiten y aceptan el caos que se puede generar durante la clase. Se establecen evaluaciones

² Siglas del inglés Learning Management System que traducida significa “sistema de gestión de aprendizaje”

apropiadas que midan el entendimiento de una manera significativa para los estudiantes y profesores.

2. Cultura de aprendizaje: Se evidencia un cambio deliberado en la aproximación al aprendizaje de una clase centrada en el profesor a una en el estudiante. El tiempo en el aula es para profundizar en temas, crear oportunidades más enriquecedoras de aprendizaje y maximizar las interacciones cara a cara para asegurar el entendimiento y síntesis del material.
3. Contenido Intencional: Para desarrollar un diseño instruccional apropiado hay que hacerse la pregunta: ¿qué contenido se puede enseñar en el aula y qué materiales se pondrán a disposición de los estudiantes para que los exploren por sí mismos? Responderla es importante para integrar estrategias o métodos de aprendizaje de acuerdo al grado y la materia, como basado en problemas, socrático, entre otras.
4. Docente Profesional: En este modelo, los docentes son más importantes que nunca. Deben definir qué y cómo cambiar la instrucción, así como identificar cómo maximizar el tiempo cara a cara. Durante la clase, deben de observar y proveer retroalimentación en el momento, así como continuamente evaluar el trabajo de los estudiantes.

Estos cuatro elementos generan una pieza clave del rol que el docente debe de realizar en el proceso educativo, su forma de llevar la clase al siguiente nivel alcanzado día con día los objetivos propuestos, transformando de manera significativa los aprendizajes de los estudiantes.

c) Modelos del aula invertida

Es una mezcla de estrategias constructivista que usa la tecnología como herramienta fundamental del proceso educativo, virtualizando los contenidos y las actividades de aprendizaje,

Así como la forma de evaluar al estudiante logrando desarrollar competencias acordes al modernismo educativo.

El Instituto Tecnológico de Monterey (2014), propone las siguientes estrategias de enseñanza-aprendizajes:

1. *Flipped Learning más Peer Instruction (aprendizaje invertido con instrucción entre pares)*: Este es un método eficaz que busca el aprendizaje colaborativo involucrando al estudiante en su aprendizaje dentro del salón de clase utilizando clickers³ que monitorean el aprovechamiento durante la clase, así como el cuchicheo que forma la retroalimentación de los contenidos enseñados.
2. *Flipped Mastery Learning (aprendizaje invertido con dominio)*: Este modelo permite innovar dentro del salón de clase, así como mantener la integridad de los estándares del contenido. Además, se puede aprovechar la tecnología para superar los obstáculos de logística. Esto permite a los profesores individualizar y enfocar el aprendizaje para cada estudiante.
3. *Flipped Adaptive Learning (Aprendizaje adaptativo invertido)*: En este modelo de aprendizaje utilizan las plataformas virtuales de aprendizaje adaptativo que pueden apoyar al maestro a saber en qué temas debe desarrollar recursos de aprendizaje que apoyen a los alumnos en su aprendizaje. También se pueden proporcionar datos valiosos sobre la valuación de los estudiantes y se pueden generar reportes personalizados del rendimiento de los alumnos de distintos temas.
4. *Flipped Learning gamification (Juegos de aprendizaje invertido)*: Con este tipo de aprendizaje los estudiantes pueden ver un crecimiento tangible de sus esfuerzos y se

³ Es una técnica utilizada para realizar preguntas, donde los estudiantes a través de una aplicación dan un click a una de las posibles opciones de respuesta.

pueden sentir motivados para realizar las actividades fuera y dentro de clase. Por otro lado, dentro del aula los elementos de Gamificación ayudan a detonar una competencia sana entre los estudiantes y avanzar así de forma divertida y motivante.

5. Flipped Learning Simuladores (*Aprendizaje invertido simulado*): Este es un medio interactivo por el cual se virtualiza los contenidos interactuando de forma activa, donde se desarrolla habilidades experimentales y reales simuladas y proyectadas, que son esenciales para el razonamiento.

d) Ventajas y desventajas del aula invertida

El AI como metodología para la enseñanza-aprendizaje posee ventajas y desventajas para su aplicación en el aula de clase universitaria, en investigaciones realizadas por (Tecnológico de Monterrey, 2014) (Zamar & Segura, 2020) (Socha, Alfonso, & Jaramillo, 2019) y (Rodríguez, Arango, Arias, & Piedrahita, 2019), afirman como el uso de esta metodología mejora el aprendizaje de los estudiantes, al mismo tiempo se da a conocer las limitaciones que presenta el uso de esta metodología.

Tabla 1: Ventajas y Desventajas de implementar el aula invertida

Ventajas del AI	Desventajas del AI
<p>Estudiantes:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Facilita una mayor atención en su continuo aprendizaje 2. Aprenden a aprender por ellos mismos 3. Favorece el trabajo autónomo, colaborativo y auto reflexivo 4. Desarrolla pensamiento crítico 5. Reduce el abandono académico 	<p>Estudiantes:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Deben de tener una computadora o medio electrónico de comunicación con acceso a internet 2. Requiere de un mayor esfuerzo (tiempo) para realizar las actividades
<p>Docentes:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Crea un ambiente motivacional a sus estudiantes. 	<p>Docentes:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Se necesita más tiempo para la selección y preparación de los materiales a ser virtualizado.

2. Genera el espacio óptimo para resolver las dudas o problemas que presentan los estudiantes.	2. Se debe contar con una plataforma, páginas web, u otro medio virtual donde se pueda presentar el contenido virtualizado.
3. Se vuelve un guía o facilitador	
4. Dedicar más tiempo interactuando con sus educando.	

Fuente: Elaboración Propia (2020)

La Tabla 1, enlista las ventajas y desventajas que el docente debe considerar antes de implementar con sus estudiantes la metodología del AI. En resumen, la Tabla 2 compara estas ventajas que se mencionan anteriormente con un espacio de enseñanza tradicional, afirmando una vez más el potencial que tiene el implementar AI en las clases universitarias.

Tabla 2: Comparación del proceso de enseñanza del Aula Invertida y Tradicional.

Aula Invertida	Aula Tradicional
El estudiante es el centro del aprendizaje	Los contenidos son el centro del aprendizaje
El docente es guía y líder del aprendizaje	El docente es el experto que imparte el conocimiento
El aprendizaje es activo	El aprendizaje es pasivo
Las TIC son una herramienta indispensable	Las TIC son una herramienta alternativa
Los estudiantes cambian de ambiente	Los estudiantes están en su zona de confort
Tienen 3 zonas de trabajo antes, durante y después.	Tiene 2 zonas de trabajo antes y después.

Fuente: Elaboración Propia (2020), a partir de (Rodríguez, Arango, Arias, & Piedrahita, 2019)

Por tanto, Raúl Santiago (2014), de la Universidad de la Rioja, España, incentiva a usar esta innovación metodológica del AI ya que genera buenos resultados en el aprendizaje de los estudiantes, invirtiendo la forma en que ellos aprenden en el salón de clase aún lugar capaz de crear y descubrir nuevos saberes, explorando los entornos educativos tecnológicamente, teniendo en cuenta las dificultades que esta pueda generar, considerando aún más las fortalezas que impulsa esta metodología para mejorar la educación del futuro (Eduland, 2014).

2.2 Aspectos Didácticos

2.2.1 La enseñanza de la física en el siglo XXI

Guisasola, a et, (2004), sostiene que lo imperante en la enseñanza de la física es que los docentes sientan la necesidad de abordar a profundidad los problemas verdaderos de la enseñanza-aprendizaje, ya que la didáctica de la física universitaria depende únicamente de la actitud que toman el docente en su rol formativo.

En las investigaciones realizadas sobre la didáctica de la física se argumenta que se “debería impulsar y controlar la calidad de las innovaciones educativas (...) tomar conciencia de la necesidad de realizar (...) y de cooperar entre investigadores de física” (Guisasola, Gras-Martí, Torregrosa, Almudí, & Labra, 2004, pág. 6). Para crear procesos educativos que favorezcan a la formación integral de los estudiantes bajo este nuevo modernismo educativo.

La enseñanza-aprendizaje ha sido y será el interés investigativo del campo educativo, señalando siempre las mejores metodologías con sus respectivas estrategias y técnicas que fortalecen los sistemas educativos, debido al constructivismo que investiga los procesos de aprendizaje centrado en los educando quienes son la materia prima en el proceso formativo de aprendizaje (Lopez, 2011).

En física, la enseñanza-aprendizaje ha realizado un avance significativo utilizando técnicas como; Instrucción entre Pares (IP) del inglés “peer Instruction”, creada por el Doctor en Física Erick Mazur de la Universidad de Harvard, atrayendo la atención de todos los educadores de diversas de disciplina de enseñanza, motivados por los resultados conceptuales y procedimentales que muestran los estudiantes después de su intervención.

IP fortalece a la metodología aula invertida, pues posee un potencial de aprendizaje que parte de los conocimientos previos identificando los saberes conceptuales, logrando

retroalimentar y afianzar los conocimientos que carecen de entendimiento, mediante preguntas guiadoras que mide el conocimiento adquirido durante la clase.s

Los físicos han descrito el aula invertida como “una especie de danza entre lo presencial y lo virtual” (Euceda, De la charla magistral a educación entre pares, 2016), manifestándose de forma dinámica al combinar las estrategias y técnicas didácticas en la metodología del aula invertida, generando nuevos espacios interactivos. Euceda (2016), afirma “que los días de las charlas magistrales están contados”, producto a la evolución tecnológica que acelera a pasos rápidos, teniendo así los docentes de física la responsabilidad de innovar, mejorar y crear nuevos procesos de enseñar. Sin embargo, cabe resaltar que este avance a la educación virtual experimenta algunas limitaciones en espacios formativos de experimentación y observación como es el caso de las ciencias naturales o el área de la salud, pero estas “deben complementarse con estrategias activas de enseñanza que favorezcan el aprendizaje significativo del conocimiento” (Zamar & Segura, 2020, pág. 87).

Este nuevo modernismo educativo es indispensable el uso de los recursos virtuales facilitando a los educando a la hora de revisar los contenidos, unidades y temas que se desarrollan en clase, utilizando programas interactivos que simulan los diferentes tópicos de la física, logrando adquirir las competencias optimas y el interés de aprender física (Lévy, 1999).

En Honduras, la investigación sobre el uso de la metodología aula invertida en las aulas de Física se encuentra en proceso, ya que existen docentes utilizando e investigando didácticamente técnicas de esta metodología, producto a las capacitaciones generadas por el pionero de la innovación educativa Doctor Armando Euceda, profesor titular de física de la UNAH y UPNFM que a modernizando sus clases e innova constantemente el sistema educativo bajo el nuevo paradigma educativo del siglo XXI.

2.2.2 Estrategias usadas con aula invertida para la enseñanza de la Física

La enseñanza-aprendizaje de la física, utiliza técnicas y estrategias didácticas que desarrollan las competencias en los estudiantes, virtualizando los contenidos que sirven de apoyo al proceso educativo. Physport es el portal que muestra lo más moderno en estrategias para la enseñanza-aprendizaje de la Física:

Instrucción entre Pares (IP): Es una manera fácil de agregar interactividad a un curso tradicional sin hacer cambios drásticos. Puede hacer que sus alumnos se involucren y hablen, y que lo ayuden a aprender y responder a lo que piensan sus alumnos, lo que puede llevar a un mejor aprendizaje de los alumnos, la discusión en grupos pequeños de preguntas conceptuales se entremezclaba con conferencias, aumentando el compromiso y proporcionando comentarios formativos sobre el pensamiento de los estudiantes. (Mazur & Crouch, 2018).

Esta estrategia nace para mejorar la enseñanza de la Física, como dice en el párrafo anterior genera un aprendizaje en el alumno ya que fomenta el análisis entre pares, con una retroalimentación directa donde discuten la veracidad de sus respuestas, así se crea un ambiente distinto en el salón de clase, para este estudio se aplica cuando se discuten los resultados obtenidos en el experimento colectivo del péndulo simple.

La enseñanza con Clickers: Los estudiantes usan dispositivos electrónicos para responder preguntas y los instructores recopilan y muestran las respuestas, facilitando la participación y la colaboración de los estudiantes. Se puede utilizar como parte de muchos métodos de enseñanza diferentes. Los clickers son una forma fácil de agregar interactividad a un curso tradicional sin hacer cambios drásticos. Son una herramienta útil

para que sus alumnos se involucren y hablen, y para ayudarlo a aprender y responder a lo que piensan sus alumnos, lo que puede llevar a un mejor aprendizaje (PhysPort, 2018).

Para la comunidad latina, se ha creado un modelo similar al método de clickers llamado Plickers, tiene la misma funcionalidad utilizando cartas con código bidi generando las respuestas de forma interactiva bajo una aplicación descargable en el teléfono celular la cual se encarga de la lectura de los código bidi (Plickers, 2018). En nuestro caso se realizó preguntas plickers para la verificación de los conceptos fundamentales del péndulo simple (periodo, frecuencia, energía cinética y energía potencial) las cuales sirvieron para la validación del test-conceptual.

Simuladores interactivos PhET: Son simulaciones abiertas de tipo juego con una interfaz intuitiva y un mínimo de texto apropiado para una variedad de configuraciones de clase. Incluye modelos visuales expertos que hacen visible lo invisible y brindan múltiples representaciones, lo que permite la exploración científica y las conexiones del mundo real. Así mismo son gratuitos y fáciles de incorporar en casi cualquier entorno o estilo de enseñanza. Se basan en la investigación sobre cómo aprenden los estudiantes en general, la comprensión de conceptos específicos de ciencias y el diseño de la interfaz de usuario. El uso efectivo de las simulaciones de PhET puede llevar a un mejor aprendizaje conceptual en comparación con las conferencias, demostraciones y laboratorios tradicionales (Wieman, 2008).

En el estudio del péndulo simple se utilizó el PhET de la Universidad de Colorado, el cual ayuda a simular los conceptos de periodo, frecuencia, energía cinética y potencial, así mismo a comprender como estos conceptos varían cuando la longitud del péndulo simple cambia.

Experimentos Colectivos: Ideal para la demostración de los conocimientos teóricos en forma grupal, desarrollando habilidades motrices en el cálculo matemático, análisis y síntesis de la información, obtenida a partir de modelos experimentales desarrollados de forma individual que luego se analiza colectivamente generando un pensamiento crítico en el estudio de la física, construyendo un modelo mental diferente (Euceda, Experimento Colectivo del péndulo simple, 2019).

En esta investigación se centra en la creación de un experimento colectivo en el cual se construye de forma colectiva con todos los participantes, analizando los aspectos conceptuales y procedimentales que dan origen a la creación de un nuevo pensamiento.

Demostraciones de conferencias interactiva, del inglés “Interactive Lecture

Demonstrations”: Hojas de trabajo para su uso en clase. Los estudiantes predicen resultados de demostraciones, discuten en grupos pequeños, observan resultados, comparan con predicciones y explican. Diseñado para su uso con equipos de laboratorio basados en microcomputadoras (MBL). Adaptable para su uso con simulaciones (Sokoloff & Thornton, s.f.).

Ejercicios de clasificación de tareas en física, del inglés “Ranking Task Exercises in

Physics”: Ejercicios en los que los estudiantes clasifican las variaciones de una situación física sobre la base de una cantidad física específica y explican su razonamiento. Diseñado para obtener ideas naturales de los estudiantes sobre el comportamiento de los sistemas físicos en lugar de una respuesta memorizada, proporcionando una visión de su pensamiento. Debido a que las tareas son cortas e independientes entre sí, son fáciles de probar sin realizar alteraciones significativas en su curso (O’Kuma, Maloney, & Hieggelke, s.f.).

Grupo cooperativo Resolución de problemas: Los estudiantes trabajan en grupos utilizando una estrategia estructurada de resolución de problemas para resolver problemas complejos y ricos en contexto que son demasiado difíciles de resolver individualmente (University of Minnesota Physics Education Research Group, s.f.).

Enseñanza justo a tiempo, “Just-in-time Teaching”: Los estudiantes responden preguntas en línea antes de la clase, promueven la preparación para la clase y los alientan a venir a la clase con una "necesidad de saber". Los instructores usan las respuestas para afinar su presentación e incorporan citas de los estudiantes en la clase (Novak, Gavrin, Patterson, & Christian, s.f.).

2.3 Aspectos Disciplinarios

2.3.1 La enseñanza de la física del péndulo simple

En el estudio de las ondas mecánicas y electromagnéticas parten de conocer la física del péndulo simple, que se encuentran presentes en nuestro diario vivir, el mundo que nos rodea está lleno de ondas como: la melodía de la música emitida por una guitarra o al encender la radio y escuchar una emisora, también las ondas sísmicas que se produce ante un evento natural en la corteza oceánica o continental, son ejemplos del tipo de movimiento armónico simple estudiando frecuentemente en física intermedia y avanzada (Garzon, 2014).

En Honduras la enseñanza del péndulo simple, se encuentra a nivel de los contenidos disciplinares en la unidad del movimiento armónico simple (MAS), siendo el segundo ejemplo secuencial donde es desarrollado a nivel de fórmula bajo el mismo análisis del resorte o muelle, además en ocasiones solo se enseña experimentalmente en prácticas de laboratorios para determinar el valor de la aceleración de la gravedad a partir de un modelo que tradicionalmente se ha implementado, razón que genera la idea principal para innovar el proceso educativo de la

enseñanza de la Física a nivel universitario, ya que los estudiantes cuentan con los medios necesarios para aplicar este modelo metodológico de aula invertida, haciendo uso de su teléfono celular hasta una computadora donde interactúan de forma dinámica creando su propio aprendizaje desde la comodidad de su entorno social.

Los errores conceptuales que presentan los estudiantes en el estudio del péndulo simple, es por el desinterés que persiste con la forma de enseñanza tradicional, la cual no desarrolla un modelo mental más claro, algunos de los problemas conceptuales más comunes es: pensar que la masa que cuelga del péndulo simple interviene en su movimiento, la falta de comprensión en conocer que sucede con la energía cinética y energía potencial gravitacional en el recorrido del movimiento oscilatorio y la confusión muchas veces entre periodo y frecuencia (Benito & Gras-Marti, 2005). Con la ayuda del aula invertida se pretende mejorar los aprendizajes de la Física del péndulo simple, incrementando más el interés por su autoaprendizaje.

Hace siglos, Galileo observó que el periodo de oscilación de una lámpara colgante parecía ser independiente de la amplitud, así que el predijo que el péndulo sería un buen dispositivo para medir el tiempo, sus ideas e invento se basaron en observaciones de momento (Rex & Wolfson, 2011, pág. 168). Después de Galileo pasaron más de tres siglos, el péndulo simple siguió siendo un marcador del tiempo confiable, sustituido solo en las últimas décadas por los relojes basados en oscilaciones atómicas o electrónicas. El reloj de péndulo con escape fue inventado por Christiaan Huygens (Resnick, Halliday, & Krane, 2001, pág. 363).

El modelo mental, consiste en que una masa puntual suspendida de un cordón o hilo sin masa y no estirable, jalando la masa con el hilo a un cierto ángulo de su posición de equilibrio

(vertical), oscilará alrededor de dicha posición en un movimiento a un ritmo de vaivén (Sears & Zemansky, 2009, pág. 436).

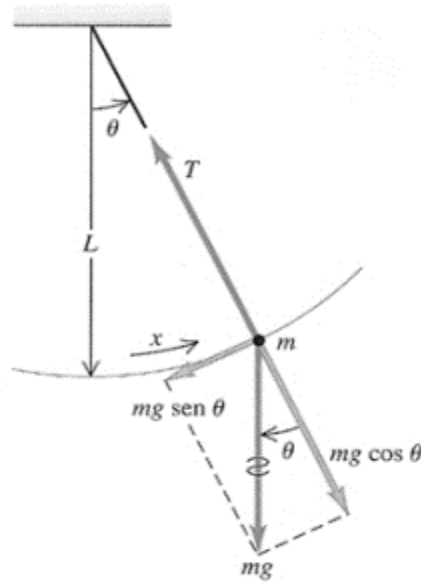


Figura 1: Diagrama de cuerpo libre del movimiento del péndulo simple, bajo un modelo mental que muestra todas las fuerzas que se aplican en dicho movimiento en sus diferentes direcciones, generando un análisis físico. Tomado a partir de (Castaños, 2016).

El diagrama de cuerpo del péndulo simple, determina las fuerzas que actúan en su movimiento, siendo: la tensión (T) ejercida por la cuerda que sostiene el objeto, el peso ($W = mg$) que se descompone en dos componentes (radial y tangencial), que al hacer la sumatoria de fuerzas para obtener que fuerza actúa en el movimiento se demuestra que únicamente la componente tangencial $(-w)(\text{sen}\theta)$ actúa sobre el movimiento armónico simple.

Por estas razones antes mencionadas, el péndulo simple no es tan simple, su análisis se determina por medio de una onda (tal como se ilustra en la figura 2), la que forma una función sinusoidal ($\text{sen}\theta$), dependiendo de un ángulo teta (θ) que genera la precisión y exactitud de los cálculos realizados. El teorema de Fourier⁴ demostró que cualquier onda puede ser compuesta

⁴ Jean Baptiste Joseph Fourier (1768-1830), ingeniero y matemático francés, estudioso de la transferencia de calor y sus trabajos sobre las funciones periódicas en series trigonométricas convergente (Canals, 2008).

como una suma única de ondas, este teorema facilita el estudio de la mecánica ondulatoria y permite representar gráficamente lo que es una onda.

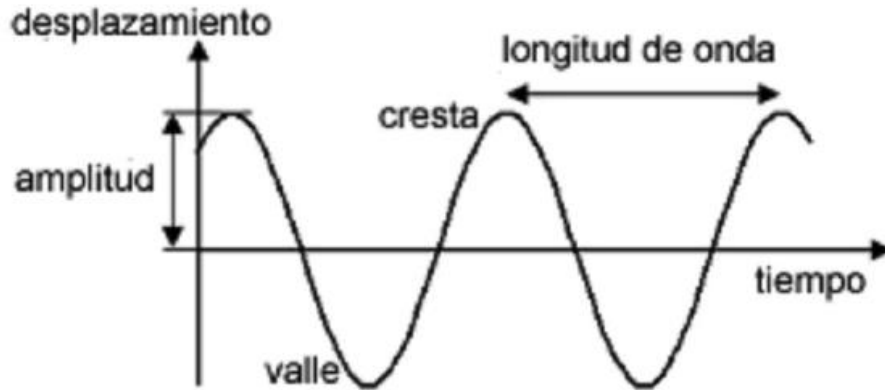


Figura 2: Función sinusoidal del péndulo simple, la que describe el movimiento oscilatorio, la cual describe sus partes más importante (Rahim, 2014, pág. 3).

2.3.2 Conceptos fundamentales para el estudio de la Física del péndulo simple

Conceptos básicos del péndulo simple

Amplitud (A): Es la distancia máxima del punto de equilibrio de la onda hasta el punto mínimo de la onda, en el sistema internacional tiene unidades de metros (ver figura 1).

Periodo (T): Es el tiempo que tarda en realizar una oscilación completa, dado en segundo según el sistema internacional de unidades y medidas.

$$T = \frac{\text{tiempo}}{\text{número de oscilaciones}} = \frac{s}{1} = s \quad (2.1)$$

Frecuencia (f): Es el número de oscilaciones que realiza en un intervalo de tiempo se denota por (f), la unidad en el sistema internacional son los Hertz (Hz) a honor al físico alemán Heinrich Hertz.

$$f = \frac{\text{número de oscilaciones}}{\text{tiempo}} = \frac{1}{s} = Hz \quad (2.2)$$

Frecuencia angular (ω): Es la razón del cambio angular entre el tiempo, o la razón de cambio angular por la frecuencia.

$$\omega = \frac{\Delta\theta}{\Delta t} \left(\frac{rad}{s} \right) \quad \therefore \quad \omega = 2\pi f = \frac{2\pi}{T} \text{ (Hz)} \quad (2.3)$$

Otros conceptos básicos que forman parte en el estudio del péndulo simple, es el movimiento circulatorio, donde el círculo unitario genera la apertura del arco determinada por el radio (r) y ángulo (θ), matemáticamente: $s = \theta r$, como se observa en la figura 3, donde (ω) es a partir del movimiento circulatorio realizado por el objeto, siendo la aceleración tangencial $a_t = \omega^2 * s$.

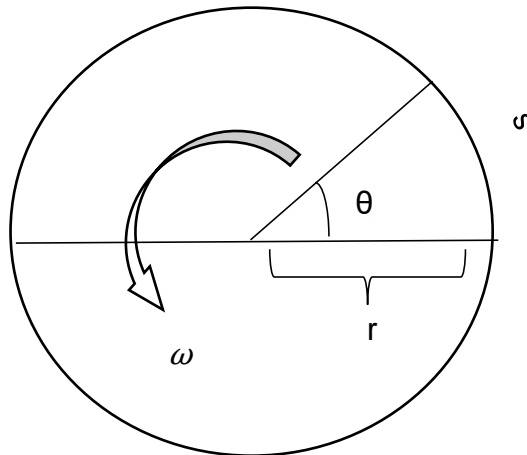


Figura 3: Diagrama del movimiento circulatorio, describe las características implícitas en el movimiento circulatorio, frecuencia, ángulo y distancia del arco.

Fuente: Elaboración propia 2019

Ecuaciones básicas del péndulo simple

Partiendo de la segunda ley de Isaac Newton, sustentamos que la fuerza es directamente proporcional a la masa por su aceleración, en este caso sería la aceleración de la gravedad, en el diagrama de fuerza observado en la figura 2, la fuerza que actúa hacia abajo es el peso (w), actuando la componente tangencial que realiza el movimiento de restitución (aplicando el principio básico de la ley Hooke), hecho curioso observado por Galileo Galilei el que demostró el valor de la gravedad utilizando un péndulo simple.

$$W = F_t = -mg \sin \theta \quad (2.4)$$

También el ángulo de apertura al que es lanzado el péndulo simple, depende la veracidad de su respuesta, entre mayor sea el ángulo mayor será su porcentaje de error, por tanto, ha ángulos menores la precisión del cálculo obtenido es cerca del valor central, demostrado con la aproximación de Taylor el ángulo es θ .

$$\sin \theta = \left(\theta - \frac{\theta^3}{3!} + \frac{\theta^5}{5!} - \frac{\theta^7}{7!} + \dots \right) \cong \theta \quad (2.5)$$

(Dourmashkin, 2019), afirma que cuando el ángulo $\theta < 15^\circ$ el límite del error porcentual es del 1% si este fuera 15° su error porcentual es del 1.15% por lo que el ángulo con que es lanzado el péndulo simple debe ser menor del 15° para obtener respuestas confiables, así que:

$$90^\circ \rightarrow \frac{\pi}{2} \quad y \quad 15^\circ \rightarrow x$$

Por tanto, para evitar aumentar el error debe considerar los ángulos menores de 15° , y para estos ángulos la serie de Taylor tienen a θ , esto nos facilita resolver los problemas para un péndulo simple con estas características, porque al sustituir la fuerza en la ecuación (2.4), obtenemos:

$$ma_t = -mg \sin \theta$$

$$\frac{d^2\theta}{dt^2} = -\frac{g}{l}\theta$$

$$\frac{d^2\theta}{dt^2} + \frac{g}{l}\theta = 0 \quad (2.6)$$

Resolviendo la ecuación diferencial obtenemos:

$$\theta(t) = A \sin(\omega t + \varphi) \quad (2.7)$$

$$v(t) = A\omega \cos(\omega t + \varphi) \quad (2.8)$$

$$a(t) = -A\omega^2 \sin(\omega t + \varphi) \quad (2.9)$$

En otras palabras el periodo y la frecuencia de un péndulo simple depende solo de la longitud de la cuerda y la aceleración debida a la gravedad, esto resumen las siguientes ecuaciones matemáticas que surgen del análisis matemáticos del periodo, la frecuencia angular, la fuerza y las proyecciones de Taylor para el estudio del péndulo simple (Serway & Beichner, 2004).

A partir de la segunda ley de Newton y trabajando con las ecuaciones (2.4) y (2.3), obtenemos las ecuaciones del péndulo simple.

$$F = mg \sin \theta$$

$$ma_t = mg \sin \theta$$

$$a_t = g \sin \theta$$

$$\omega^2 s = g \sin \theta$$

$$\omega^2 \theta l = g \theta$$

$$\omega = \sqrt{\frac{g}{l}} \quad (2.10)$$

$$f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{g}{l}} \quad (2.11) \quad y \quad T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}} \quad (2.12)$$

La importancia de la fundamentación teórica queda evidenciada en los tres aspectos investigados, en lo pedagógico se aborda la problemática actual que enfrenta la enseñanza de la física, al no querer innovar el salón de clase con los nuevos modelos y técnicas que se han demostrado que mejora el aprendizaje de la Física particularmente. En lo disciplinario como el aula invertida genera diversos espacios aplicables para que cualquier docente cambie del paradigma tradicional de enseñanza (clase magistral) a crear un esquema más moderno y dinámico. Por último, se demuestra que el estudio de la Física del péndulo simple no es un tema distante que se pueda omitir, en el nace la explicación del tiempo y el cálculo del valor de la aceleración de la gravedad, usando otro modelo distinto y creando un pensamiento más crítico sobre la verdadera Física.

CAPÍTULO 3: MARCO METODOLÓGICO

3.1 Enfoque

Esta investigación se realiza siguiendo un enfoque cualitativo, el cual pretende evaluar si el uso de la metodología aula invertida mejora la enseñanza-aprendizaje de la Física en el estudio del péndulo simple, a través de este enfoque se analiza la forma en que los estudiantes perciben y experimentan los cambios en el proceso educativo, despertando el interés por su propio aprendizaje, reflejado en su entorno académico natural (Creswell, 2014).

Además, esta investigación sigue el perfil de investigación de la UPNFM (2017), específicamente bajo la línea de Calidad y Equidad de la Educación, formando parte del área de innovación educativa, siendo el aula invertida una innovación educativa que mejora la calidad del proceso educativo de los estudiantes, aprendiendo a su ritmo y tiempo de estudio, bajo el tema de estudio del péndulo simple usando espacios virtuales que facilitan la información, “pues solo una educación de calidad es capaz de promover la igualdad de oportunidades en los procesos y en los resultados de la educación” (Medrano, 2006).

3.2 Tipo de estudio

El tipo de estudio de la investigación es descriptivo, pues busca con la implementación de la metodología aula invertida describir el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física del péndulo simple, usando recursos virtuales bajo una secuencia didáctica que promueve las mejoras en el aprendizaje de los estudiantes, siendo esta la principal razón de estudio en la investigación (Sampieri, Collado, & Lucio, 2014).

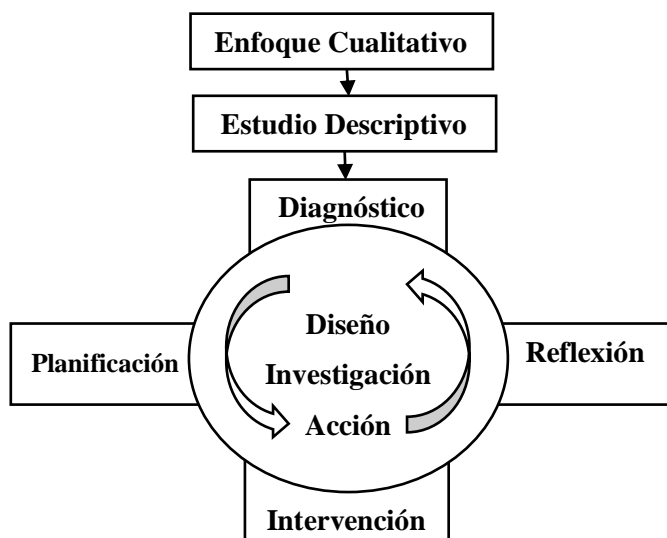
Así mismo, describir el proceso de intervención en el aula de clase, usando un experimento colectivo como estrategia central en el proceso de enseñanza-aprendizaje, apoyado con los recursos virtuales (plataforma moodle) como un medio de virtualización de los contenidos a

enseñar, donde se desarrolla actividades diversas que potencializa los aprendizajes de los estudiantes en el aula invertida.

3.3 Tipo de diseño

El diseño de la investigación es investigación-acción, en educación este diseño “se utiliza para describir una familia de actividades que realiza el profesorado en sus propias aulas (...) Estas actividades tiene en común la identificación de estrategias de acción que son implementadas y sometidas a observación, reflexión y cambio” (Latorre, 2005, pág. 23).

Este diseño busca mejorar la enseñanza-aprendizaje de la Física en el estudio del péndulo simple por medio de una intervención con la metodología del aula invertida, usando estrategias didácticas que optimiza el rendimiento académico en los estudiantes, generando así una visión emancipadora que no sólo cumpla funciones memorística o de enseñanza superficial, sino que modifique la actitud entre los estudiantes, creando un proceso reflexivo y crítico, mejorando así la calidad de vida personal y profesional (Sampieri, Collado, & Lucio, 2014).



Mapa Conceptual 3: Diseño metodológico de investigación utilizado en la intervención del aula invertida como metodología en la enseñanza-aprendizaje de la física del péndulo simple, diseño integrado a partir de los modelos de Sampieri (2014) y Latorre (2005).

Fuente: Elaboración Propia 2019

Por su parte, el diseño de esta investigación-acción se utiliza cuatro etapas que se generaron de la integración de los modelos propuestos por Sampieri, (2014) y Latorre, (2005), (ver mapa conceptual 3), donde se muestra cada etapa del proceso de implementación siendo; el diagnóstico, la planificación, la intervención y la reflexión, partes del diseño de investigación formando una espiral cíclica en las acciones, con el fin de alcanzar los objetivos planteados. Cada etapa se debe desarrollar de manera consecutiva ejecutándose una a la vez.

3.3.1 Primera etapa: Diagnóstico.

Se inicia la investigación con el abordaje bibliográfico conociendo el contexto nacional e internacional del estudio del péndulo simple. Esta investigación manifiesta que a nivel nacional no existe evidencia alguna sobre investigaciones en este campo, así mismo sobre la implementación del aula invertida en la Física, distinto en otras áreas como en química que se está trabajando en la metodología aula invertida bajo el asesoramiento del Doctor Armando Euceda catedrático en el área de Física de la UNAH y UPNFM.

A nivel internacional, Benito y Gras-Marti (2005) señalan que los estudiantes si tienen dificultad de comprender el modelo del péndulo simple, debido a su forma tradicional de enseñanza, existiendo hoy en día estrategias dinámicas que promueven el interés y ayudan a mejorar la comprensión de los conceptos por medio de la observación como el caso de los simuladores usados a través de recursos virtuales creando un modelo mental más acorde a las competencias mismas.

También, Bergmann y Sams (2015), crearon la metodología aula invertida sustentado en el constructivismo moderno, promoviendo un aprendizaje significativo en los estudiantes de forma interactiva influenciado por el uso de la tecnología en el proceso educativo, despertando el interés por aprender desde la comodidad de su casa, realizando ahora en el salón de clases

actividades de aprendizaje que exploren nuevas competencias donde el docente está más pendiente en observar el proceso de aprendizaje de sus estudiantes.

Por tanto, en esta etapa la propuesta generada sobre la implementación del aula invertida como metodología para mejorar la enseñanza-aprendizaje de la Física en el estudio del péndulo simple, mejora el aprendizaje conceptual de los estudiantes usando los recursos virtuales más óptimos que potencializan la captación de conocimientos por medio de una interfaz que comunique e invierta los roles del proceso educativo, así la secuencia didáctica del aula invertida tendrá el impacto deseado, con la ayuda del experimento colectivo que se adecua a las tres etapas de implementación (antes, durante y después), creando en cada una actividades de análisis y construcción de aprendizaje significativo.

3.3.2 Segunda etapa: Planificación.

La planificación de la metodología aula invertida en el estudio de la Física del péndulo simple, se realiza siguiendo las etapas de aula invertida. En la primera etapa del aula invertida; se organiza, analiza y ordenan las actividades que se deben ejecutar antes de la intervención. En la segunda etapa; gira en la puesta en marcha, ejecutando cada actividad planificada para lograr cumplir los objetivos antes planteados. En la última etapa; se reflexiona sobre la implementación dando espacio a los estudiantes de reflexionar para enviar cualquier información faltante, generando así el espiral reflexivo de la investigación-acción.

Se presenta a continuación la planificación del “Plan de Acción” de la implementación de la metodología del aula invertida para mejorar la enseñanza-aprendizaje de la Física en el estudio del péndulo simple, el cual consta de actividades de enseñanza y aprendizaje que mejoran el análisis, comprensión y modelación del fenómeno estudiado.

Plan de Acción

Este plan sigue las etapas de la metodología aula invertida (Antes, Durante y Después), ejecutando actividades de enseñanza-aprendizaje en cada etapa, donde se ejecutan una a la vez de forma secuencial para lograr el objetivo del plan de acción.

Objetivo: Evaluar el uso de la metodología del aula invertida para mejorar la enseñanza-aprendizaje en los estudiantes de Física II del DCN de la UPNFM en el estudio del péndulo simple.

Tabla 3: Planificación de las actividades a realizar en la etapa antes de la intervención.

N°	Descripción de la Actividad
1	Solicitar al DCN la intervención metodológica del aula invertida en la clase de Física II, sección “B”, I periodo del año 2019. Así mismo a la docente Msc. Merly Domínguez, el espacio disponible para aplicar la tesis “Implementación de la metodología del aula invertida para mejorar la enseñanza-aprendizaje en estudiantes de Física II en el estudio del péndulo simple”.
2	Solicitar al Msc. Nelson Morales, la apertura del espacio virtual en la plataforma moodle de la sección B de Física II, para preparar la etapa inicial de la metodología del aula invertida.
3	Solicitar el laboratorio de física para la ejecución del experimento colectivo en 2 horas clase.
4	Verificar: <ul style="list-style-type: none"> 4.1 El funcionamiento del Data show 4.2 El simulador https://phet.colorado.edu/es/simulations/category/physics/motion 4.3 Hoja de Cálculo de Microsoft Excel
5	Solicitar los materiales y equipo que se usarán en el laboratorio colectivo: <ul style="list-style-type: none"> 1. Cinta métrica 2. Arandelas 3. Hilo 4. Maskin tape 5. Tijera 6. Transportador 7. Cronómetro 8. Calculadora 9. Cinta métrica de papel (contiene los periodos del experimento colectivo)
6	Se solicita la primera intervención de 15 min al docente de la clase de Física II, para explicar a los estudiantes en qué consiste la metodología y el recurso virtual a usar (plataforma moodle).

Fuente: Elaboración propia (2019)

Tabla 4: Planificación de actividades realizadas en la etapa Durante la Intervención.

N°	Descripción de la Actividad	Tiempo
1	Un día antes de la Intervención	

Una vez realizado el paso 6, de las actividades del antes, se procede en 30 min a dar instrucciones para realizar cada actividad expuesta en la plataforma moodle, así mismo unas indicaciones para el experimento colectivo:	10 min
1. Antes de iniciar con las indicaciones de la intervención se aplica un pre-test conceptual, teniendo como objetivo conocer los conocimientos previos que poseen los estudiantes.	5 min
2. Se explica en que consiste el experimento colectivo, siendo esta la finalidad del trabajo en equipo para determinar el valor de la gravedad.	5 min
3. Se asigna a cada estudiante una longitud según la hoja de cálculo de Excel explicando que es el tamaño del péndulo simple a realizar.	5 min
4. Se les proporciona hilo y usando cinta métrica miden la longitud dada amarrando a su extremo una arandela.	5 min
5. Una vez que todos tenga su péndulo simple se explica cómo obtener el periodo de 10 oscilaciones a un ángulo de diez grados (10°)	
2 Día de la Intervención:	
2.1 Pasar lista de asistencia.	5 min
2.2 Dar a conocer los objetivos que tiene las actividades a realizar.	5 min
2.3 Divulgación del periodo calculado según el orden de las longitudes asignadas (los datos divulgados se anotan en la hoja de cálculo de Excel).	10 min
2.4 Se comparan con los valores teóricos que están calculados en la tabla y rectifican el procedimiento realizado para obtener el periodo divulgado.	20 min
2.5 Se realiza el experimento colectivo.	
Instrucciones: En la pared del lado derecho del laboratorio de física se encuentra una cinta de papel de color amarillo la cual esta graduada de tal forma que estén el valor del periodo calculado en casa, la cual deben de ir a pegar cada uno el péndulo simple realizado de la siguiente manera.	
2.5.1 En la parte opuesta de la arandela corte un pedazo de maskin tape y péguelo en la pared en el valor del periodo. (la longitud del periodo le sirve como eje vertical)	15 min
2.5.2 Observe la gráfica formada después de realizar el experimento individual y hoy de forma colectiva se presenta.	10 min
2.5.3 Los estudiantes eleva el periodo encontrado al cuadrado y se pega una nueva citan de papel del periodo al cuadrado.	15 min
2.5.4 Repiten el paso 2.5.2, analizando la gráfica.	10 min
2.5.5 Determine la pendiente de la gráfica por medio de la hoja de cálculo en Excel y obtenga el valor de la gravedad.	10 min
2.5.6 Determine el error experimental encontrado	5 min
2.5.7 Preguntas y respuesta de la actividad	15 min
2.5.7 Realizan el post-test para obtener la información de las actividades realizadas.	10 min

Fuente: Elaboración propia (2019)

Tabla 5: Planificación de actividades de la etapa Después de la Intervención.

N°	Descripción de la Actividad	Tiempo
1	Revisar el reporte de las actividades realizada con el simulador PhET, enviado a la plataforma Moodle.	10 horas
2	Revisar que todos los estudiantes enviaron el video del péndulo simple.	5 horas
3	Realizar la entrevista estructurada sobre la implementación de la metodología del aula invertida usando el experimento colectivo para la enseñanza-aprendizaje en el estudio del péndulo simple en estudiantes de Física II de la UPNFM-Tegucigalpa.	2 horas

Fuente: Elaboración propia (2019)

3.3.3 Tercera etapa: Intervención

En esta etapa se lleva a cabo después de realizar el plan de acción, donde se va a desarrollar la secuencia didáctica del aula invertida conforme a tiempos estimados. Explicando la intervención metodológica e instrucciones generales para los estudiantes, haciendo encapés sobre el recurso virtual a utilizar y las herramientas didácticas que posee la plataforma Moodle usada en la UPNFM y su forma de acceso y trabajo en ella.

En esta etapa además del aula invertida se implementa los instrumentos de la investigación siendo el test-conceptual aplicado en dos momentos y la entrevista estructurada al final de la intervención metodológica quedando las acciones de la siguiente forma:

El test conceptual: se desarrolla en dos momentos, al inicio de la intervención se les aplica un pre-test teniendo como objetivo conocer los conocimientos previos del movimiento armónico simple en especial del péndulo simple, sabiendo que este tema secuencial enseñando en la unidad del movimiento armónico simple. Además, es enseñado en el nivel básico (noveno grado) y nivel medio (undécimo grado) del Sistema Educativo Hondureño. Y al finalizar la intervención se aplica el post-test para medir la ganancia de aprendizaje adquirido en la implementación de la

metodología aula invertida para la enseñanza-aprendizaje del estudio de la física del péndulo simple, bajo el factor de Hake como prueba de confiabilidad para el test-conceptual.

Recursos virtuales: Se usa la plataforma moodle donde se crea el espacio virtual bajo un diseño de aula invertida, enunciando conceptos, ilustrando con imágenes, video explicativo y un simulador PhET, del cual se desarrolla una serie de actividades para despertar el interés por conocer a profundidad el tema del péndulo simple, mejorando así la comprensión conceptual mediante las actividades diseñadas que son apoyadas por la interfaz de comunicación que genera la plataforma moodle.

Experimento colectivo: tiene la finalidad de esclarecer los conceptos mediante la elaboración real del péndulo simple, además de crear un pensamiento crítico en el análisis con relación a la longitud y el periodo del péndulo simple. En el plan de acción se ejecuta el experimento colectivo dando las sugerencias previas de la forma del cómo se realiza en la casa tres (3) veces, calculando así el promedio del periodo según la longitud generada al iniciar la intervención.

En el aula de clase el experimento colectivo es verificado a través del promedio del periodo obtenido en casa, comparando el valor experimental con el valor teórico mostrado por medio de una hoja de cálculo realizada en Microsoft Excel, corrigiendo entre pares o de manera grupal aquellos datos atípicos que estén fuera del rango, una vez finalizadas las correcciones del periodo se procede a la elaboración de una gráfica en función de la longitud y el periodo, analizando el gráfico se visualiza una gráfica exponencial que al elevarla al cuadrado el periodo se podría obtener una recta (línea) del modelo y encontrar así la pendiente de la recta, que sería el valor experimental para determinar la gravedad.

Entrevista estructurada se desarrolla una vez finalizada la intervención, generando un tiempo para que los estudiantes envíen las actividades planificadas las que se revisan y envían comentarios de retroalimentación, así la entrevista recoge los aspectos positivos o negativos del uso de la metodología del aula invertida en el estudio de la Física del péndulo simple.

3.3.4 Cuarta etapa: Reflexión

Es generada a partir de los resultados obtenidos en la intervención, como producto final se realiza un análisis de los datos recogido por los instrumentos de la investigación, reflexionando de forma holista el diseño de la investigación-acción.

El análisis se obtiene, primero del test-conceptual aplicado antes y después de la intervención, comparando los porcentajes obtenidos de las respuestas correctas en cada test-conceptual, midiendo por pregunta la ganancia de aprendizaje obtenida por los estudiantes y normalizando bajo el factor de Hake el aprendizaje adquirido. También con la entrevista estructurada se observa la tendencia de las respuestas de cada participante en función de la implementación del aula invertida, en la cual se usa el software de R libre para su análisis, bajo el paquete RQDA siendo este una técnica de reducción, generando un resumen de las subcategorías de análisis por cada participante realizando una tendencia a partir de las respuestas obtenida de la entrevista estructurada.

Se finaliza esta etapa con la triangulación de datos, tomando en cuenta los resultados obtenidos en el test-conceptual, la entrevista y el fundamento teórico obteniendo como producto final de la investigación, diseñando una unidad didáctica donde evidencie que el uso de la metodología aula invertida mejora la enseñanza-aprendizaje de la física universitaria en el estudio del péndulo simple y puede ser aplicado para otros tópicos de la física.

3.4 Hipótesis de Acción

La implementación de la metodología del aula invertida mejorará la enseñanza-aprendizaje en estudiantes de Física II del DCN de la UPNFM en el estudio del péndulo simple.

3.5 Categoría de Análisis

Las categorías y subcategorías para la realización del análisis se obtienen de manera intrínsecas, tomando en cuenta el objetivo, enfoque, estudio y diseño de la investigación, logrando obtener dos categorías generales y tres subcategorías que determina la intervención del aula invertida en la Física del péndulo simple.

3.5.1 Ganancia de Aprendizaje

Es el grado de valoración cuantitativa que los estudiantes adquieren en el proceso de enseñanza reflejado en las evaluaciones su aprendizaje al inicio y final de su proceso formativo, donde se refleja la significancia de los saberes adquiridos.

3.5.2 Aula invertida

Metodología que integran técnicas y estrategias didácticas que motivan e incrementan el interés a los estudiantes, mejorando su aprendizaje, volviéndolo significativo y adaptado a su entorno social, cultural y académico, conforme a su tiempo según sus actividades o necesidades, en esta categoría se genera tres subcategorías partiendo del experimento colectivo, la secuencia didáctica y los recursos virtuales.

3.6 Matriz de Categoría de Análisis y subcategorías

En tabla 6, se describe las categorías y subcategorías que se realiza bajo un diseño de investigación-acción, bajo la implementación del aula invertida para mejorar la enseñanza-aprendizaje en estudiantes de Física II en el estudio del péndulo simple.

Tabla 6: Categorías y subcategorías de análisis

Categoría de Análisis	Subcategorías de Análisis	Definición operacional	Instrumento
Ganancia de aprendizaje	Compresión conceptual	Son los conceptos adquiridos después de la intervención	Test-conceptual (ver anexo 1)
Metodología aula invertida	Recursos virtuales de enseñanza-aprendizaje	Los utilizados por el docente para llevar a cabo el proceso invertido de enseñanza y aprendizaje. (preguntas 1, 2, 3, 4)	Entrevista estructurada (ver anexo 2)
	Experimento colectivo como estrategia de enseñanza-aprendizaje	Ejecutada en el salón de clase para el reforzamiento conceptual y procedimental en el estudio de un tópico en específico de la física. (preguntas 5 y 6)	
	Secuencia didáctica	Forma metodológica de presentar las actividades de enseñanza-aprendizaje. (preguntas 7, 8, 9 y 10)	

Fuente: Elaboración propia (2019)

3.7 Grupos participantes

La población donde se desarrolla la investigación es en la UPNFM en el DCN con un aproximado de 300⁵ estudiantes activos en el primer periodo académico del año 2019, de los cuales solo se tomaron aquellos matriculados (27 estudiantes) en espacio pedagógico de Física II, en la sección “B” de la jornada vespertina por conveniencia de horario.

3.8 Técnicas de recolección de datos

En esta investigación sobre la implementación de la metodología del aula invertida en la Física del péndulo simple a nivel universitario, se dispone a usar dos instrumentos de recolección de datos, el test-conceptual y la entrevista estructura los que están acorde al diseño de la investigación-acción.

⁵ Valor estimado según el sistema de registro del DCN.

3.8.1 Test conceptual

Es una prueba de conocimiento conceptual (Ver anexo 1), sobre concepciones básicas de la Física del péndulo simple, compuesto de diez preguntas tipo selección única con cuatro opciones de respuesta, creadas a partir de las preguntas tipo clickers usadas para evaluar la comprensión conceptual del péndulo simple en un simulador PhET de la Universidad de Colorado en Boulder, Estados Unidos, siendo transcritas y modificadas según la naturaleza de esta investigación.

El test se validó inicialmente las preguntas conceptuales que fueron creadas y reformuladas de las preguntas clickers antes mencionadas y aplicadas a estudiantes de Física II, en el II periodo académico del DCN de la UPNFM, el día 13 de junio del 2018 en las secciones “B” y “C” (ver anexo 4). Este proceso se realizó con estudiantes que posee las mismas características en conocimientos al grupo que se aplicó el instrumento, con el objetivo de medir la comprensión conceptual en cada estudiante bajo las preguntas formuladas, también se validaron por fuente de experto siendo el Dr. Armando Euceda y Msc. Merly Domínguez, quienes rectificaron detalles en las preguntas del instrumento aplicado a la sección de B de Física II del I periodo académico del año 2019.

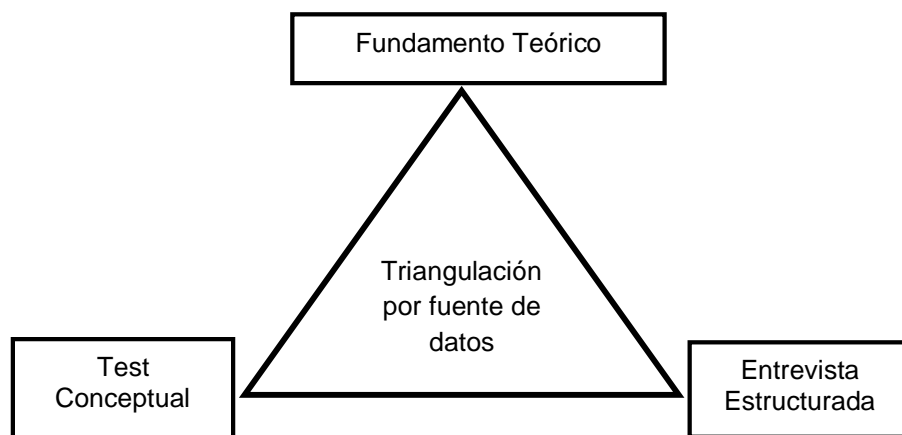
3.8.2 Entrevista Estructurada

La entrevista aplicada consta de dieciséis (16) preguntas estructuradas, validada por fuente de experto y estructurada en dos etapas; la primera consiste en seis (6) preguntas que generan confianza y romper el hielo de la conversación, la segunda consiste en diez (10) que identifica las opiniones de los estudiantes sobre la implementación del aula invertida en el estudio de la Física del péndulo simple, dando respuestas así a las preguntas de la investigación y las subcategorías de análisis respecto a la intervención (Merriam & Tisdell, 2016).

3.9 Análisis de datos

Se realiza bajo la técnica de triangulación por fuente, que consiste en comparar la información recogida de los instrumentos de investigación (test-conceptual y entrevista estructurada), teniendo como base la fuente bibliográfica que sustenta el uso de la metodología del aula invertida, en este caso particular la cual mejora la enseñanza-aprendizaje de la Física en el estudio del péndulo simple (Barroso & Aguilar, 2015).

El objetivo de esta técnica es “verificar las tendencias detectadas en un determinado grupo” (APA, 2019). En donde los instrumentos se han aplicado en tiempo acorde al diseño de la investigación-acción permitiendo recoger la información para su análisis, generando naturalidad en la triangulación con los datos obtenidos por el test-conceptual y las tendencias de las respuestas de los entrevistados facilitando el análisis de los datos con la fuente teórica.



Mapa Conceptual 4: Diagrama de la triangulación de datos por medio de los instrumentos de investigación en la recolección de la información donde se fundamenta con la teoría para evaluar la mejora de la implementación del aula invertida en el estudio de la Física del péndulo simple.

Fuente: Elaboración propia (2019)

Para el test-conceptual se aplica el análisis con la escala de Hake usada para conocer cuanta ganancia normalizada se genera después de una intervención metodológica, técnica o método de enseñanza-aprendizaje, donde se compara dos momentos en la intervención (inicio y final) logrando medir cuánto aprendizaje el estudiante logró después del proceso de intervención ya que es un factor estadístico que genera confiabilidad a sus hallazgos (Hake, 1998).

Según Hake (1998), en una investigación el test de conocimiento aplicado permite medir el promedio de ganancia normalizada de aprendizaje, usando la ecuación matemática:

$$\langle g \rangle = \frac{(\% \langle S_f \rangle - \% \langle S_i \rangle)}{(100 - \% \langle S_i \rangle)} \quad Ecu. 3.1$$

Donde:

$\langle g \rangle$ Ganancia normalizada

$\langle \% S_i \rangle$ Promedio del Pre-test

$\langle \% S_f \rangle$ Promedio del Post-test

Tabla 7: Escala de valoración del Factor de Hake

<i>Valoración</i>	<i>Ganancia normalizada</i>
Alta	$g \geq 0.7$
Media	$0.7 > g \geq 0.3$
Baja	$0.3 < g$

Fuente: Elaboración propia a partir de (Hake, 1998)

Los rangos de las valoraciones en la tabla 7, son promedios que miden cuantitativamente sí la técnica, estrategia o método que se implementó a los estudiantes adquieren aprendizaje, siendo 0.5 el rango promedio de ganancia significativa de aprendizaje que evidencia el buen uso de la intervención encontrado en el valor central de 0.3 a 0.7 que es el rango donde existe ganancia media de los aprendizajes, así mismo cuando no hay una ganancia de aprendizaje el marcador detecta un valor inferior al 0.3 siendo lo contrario cuando el valor genera más de 0.7, a

la investigación genera una mayor atracción generar valores mayores del 0.3 para concluir con la existencia de una mejora en el proceso educativo en la enseñanza de la Física del péndulo simple (Hake, 1998, pág. 4).

En la entrevista estructurada se usan códigos para facilitar el análisis cualitativo bajo el software R-Project libre, usando la técnica de reducción de información RQDA, obteniendo de manera intrínseca la información por medios de las categorías y subcategorías de la investigación, así como el número de preguntas y entrevistas realizadas, se analiza la información para determinar la tendencia central de los entrevistados.

En la siguiente tabla, se muestra los códigos utilizados para el análisis de la entrevista estructuradas con el software R y el paquete RQDA técnica de reducción de la información.

Tabla 8: Códigos para el análisis de la Investigación

Código	Descripción
E	Son las entrevistas realizadas, acompañado de un número para especificar la entrevista ejemplo: E1, E2, ... hasta E16
P	Son las preguntas generadas por la entrevista, solo se toman en cuenta las preguntas de la conversación iniciando, estas van acompañada de un número para especificar la pregunta ejemplo: P1, P2, ... hasta P10
GA	Categoría de la ganancia de aprendizaje
MAI	Categoría de la metodología aula invertida
CC	Subcategoría de la comprensión conceptual
RV	Subcategoría de los recursos virtuales
EC	Subcategorías del experimento colectivo
SD	Subcategoría de la secuencia didáctica

Fuente: Elaboración propia (2019)

CAPÍTULO 4: ANÁLISIS Y RESULTADOS DEL ESTUDIO

4.1 Análisis de datos después del uso de la metodología aula invertida

El análisis de resultados se realiza en dos etapas vinculante, analizando las categorías y sus subcategorías a partir de los instrumentos y según el diseño de la investigación.

El test-conceptual analizó la subcategoría de ganancia de aprendizaje bajo el factor de Hake, el cual contiene una escala de valores donde determina el nivel de ganancia normalizada de los aprendizajes (ver tabla 7), esta intervención de la metodología aula invertida si generó resultados esperados en la ganancia de aprendizaje en la Física del péndulo simple, ya el valor promedio entra en el rango de (0.3 -0.7) según (Hake, 1998).

Al utilizar la ecuación (3.1) para calcular el factor de Hake, se promedia únicamente las respuestas correctas en cada test aplicado, comparando entre el pre-test y pos-test de forma directa el porcentaje de participantes que respondieron acertadamente a cada pregunta conceptual. Así se analiza cuáles son los conocimientos previos que tenían respecto a este tema que se desarrolla como segundo ejemplo del movimiento armónico simple, del mismo modo se analiza cuánto mejoró el aprendizaje a partir del promedio entre ambos test.

La segunda etapa es la entrevista estructurada, la que analizó la intervención de la metodología aula invertida bajo tres (3) subcategorías, la secuencia didáctica (SD), el experimento colectivo (EC) y los recursos virtuales (RV), codificados de forma intrínseca a la naturaleza de la investigación, el análisis de las subcategorías se realizó con el paquete RQDA del software R libre, reduciendo la información e infiriendo con una tendencia a partir de los resultados obtenidos.

Mostrando así el punto de vista de los entrevistado, los cuales se codificaron como E1 hasta E15 para mantener el anonimato, únicamente se entrevistaron a los estudiantes por ser del

interés primordial en la investigación, las preguntas fueron codificadas como P1 hasta P10 analizando solo la segunda parte por ser las que generan evidencia de la investigación.

4.2 Resultados del Test-conceptual contrastado con el Factor de Hake.

Tabla 9: Resultados generales del Test-conceptual

N°	Pregunta del Test-conceptual	Pre-Test	Post-Test	Factor de Hake (Ganancia de aprendizaje)
P1	¿Cómo se conceptualiza el periodo?	46%	71%	0.49
P2	¿De qué depende la variación en el periodo de un péndulo simple?	33%	96%	0.94
P3	¿Cuál es el límite del ángulo permitido en el péndulo simple, donde su error sea menor del 1%?	33%	92%	0.88
P4	¿Cuál péndulo tiene mayor frecuencia?	13%	75%	0.71
P5	¿Cuál de los dos péndulos, se detendrá primero?	63%	79%	0.43
P6	¿Cuál péndulo tiene mayor periodo?	58%	92%	0.81
P7	¿En qué trayecto del movimiento del péndulo simple tendrá mayor energía cinética?	29%	71%	0.59
P8	¿En qué punto de la trayectoria del péndulo simple tendrá mayor energía potencial gravitacional?	38%	75%	0.59
P9	¿En qué punto de la trayectoria del péndulo simple la velocidad es igual a cero?	42%	75%	0.57
P10	En la figura 2, se observa dos péndulos simples marcados como “1” y “2”, moviéndose sin fricción, la masa del péndulo 2 es mayor a la masa del péndulo. ¿Cuál de los dos péndulos simples tiene mayor energía potencial gravitacional?	38%	79%	0.66

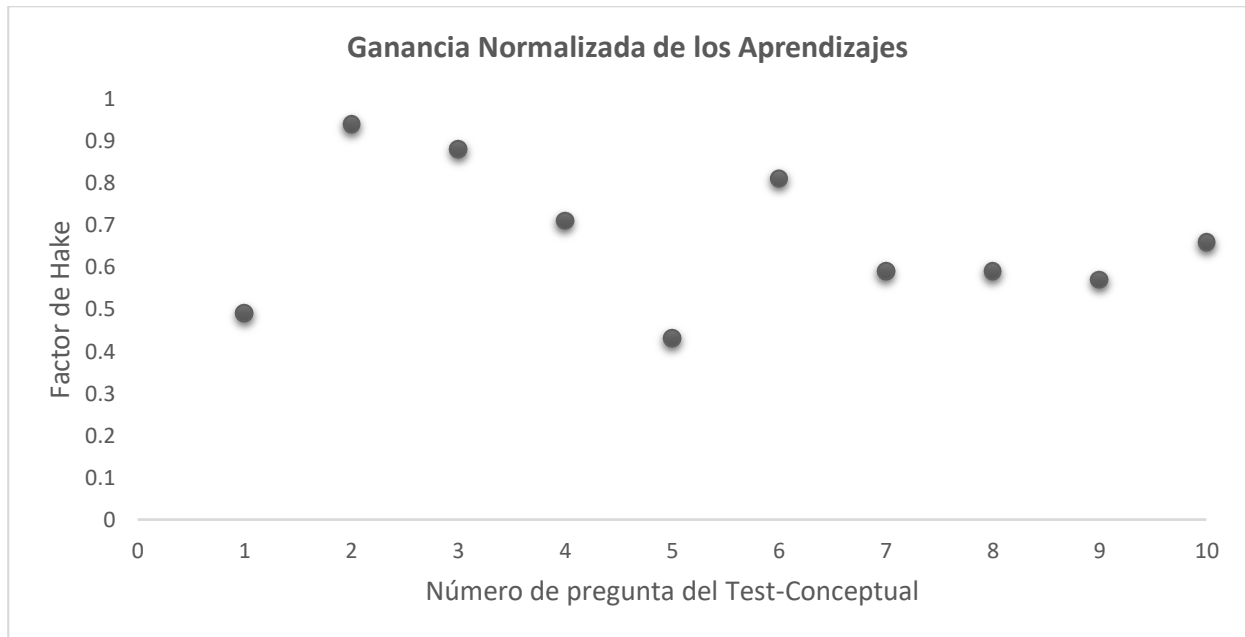
Fuente: Elaboración propia (2019)

Determinación de la media de los promedios obtenidos con las respuestas correctas en el Test-conceptual bajo el factor de Hake, así obtener la ganancia normalizada de los aprendizajes grupal.

$$\text{Promedio del pre-Test} = \frac{\sum(\text{Resultados por preguntas})}{n} = 39.3\%$$

$$\text{Promedio del post-Test} = \frac{\sum(\text{Resultado por preguntas})}{n} = 80.5\%$$

$$\text{Determinando; } \langle g \rangle = \frac{(\langle 80.5\% \rangle - \langle 39.3\% \rangle)}{(100 - \langle 39.3\% \rangle)} = 0.679 \approx 0.68$$



Gráfica 1: Muestra la ganancia normalizada de los aprendizajes usando el factor de Hake.

Fuente: Elaboración propia (2019)

La media calculada del promedio de ganancia normalizada de los aprendizajes generó un 0.68 obtenida bajo la ecuación (3.1) del factor de Hake, tendencia que se observa en el gráfico 1, donde todas las preguntas están entre los valores [0.3 – 0.7], rango que determina la mejora de la comprensión conceptual de los aprendizajes en el estudio de la Física del péndulo simple bajo el uso de la metodología aula invertida.

La ganancia de aprendizaje más alta se obtuvo en la pregunta dos (P2) con un valor de 0.94 de Hake, preguntando; ¿De qué depende la variación en el periodo de un péndulo simple?, donde se logró disminuir uno de los errores conceptuales comunes. Ahora los estudiantes conocen que

para ángulos pequeños (en nuestro caso menores de 15°) el periodo del péndulo simple únicamente depende de la longitud que tiene el péndulo.

Ahora, el valor más bajo obtenido fue de 0.43 en ganancia de Hake, con la pregunta cinco (P5) preguntando; ¿Cuál de los dos péndulos, se detendrá primero?, (está pregunta contenía una ilustración) donde se observa la diferencia entre las longitudes de los dos péndulos simple ayudó al estudiante a realizar un análisis más razonado. A esta pregunta únicamente se le modificó la longitud dejando en evidencia los errores conceptuales que el estudiante tenía en la pregunta dos (P2), creyendo ellos siempre que la masa afectaba el periodo del péndulo simple.

Se mejoró conceptualmente conocer el ángulo o arco al que se debe realizar el modelo del péndulo simple, para que su error sea menor del 1% el cual refleja una ganancia del 0.88, afirmando la segunda pregunta (P2), ubicando este resultado como una ganancia de aprendizaje alta.

El concepto de frecuencia también fue abordado ya es un concepto anteriormente aprendido, el cual se usa con la relación del inverso del periodo. Así fue mejorado la comprensión en 0.81 de Hake, siendo la tercera ganancia de aprendizaje más alta en la investigación lo que favorece el uso de esta metodología aula invertida para el aprendizaje de la Física.

Así mismo, en las demás preguntas se generó una ganancia de aprendizaje media en un intervalo de 0.5 a 0.66 según Hake, afirmando que la mejora en el rendimiento académico en los aspectos conceptuales que implica el estudio de la Física del péndulo simple si se mejoró usando la metodología del aula invertida para la enseñanza-aprendizaje de la Física.

4.3 Resultados obtenidos en el experimento colectivo (EC)

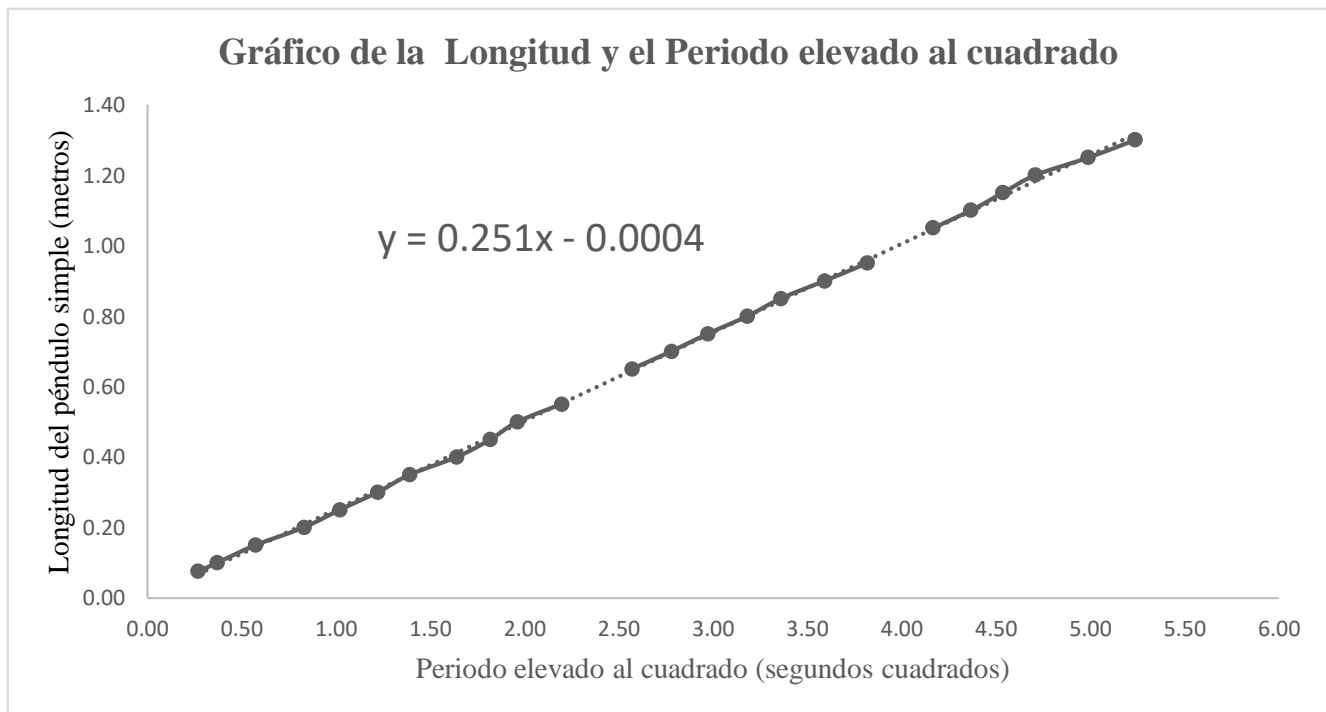
Subcategoría que cualifica el uso del EC dentro del aula invertida mejorando el estudio de la Física del péndulo simple, en esta etapa los estudiantes realizaron diferentes péndulos simples variando la longitud, en la tabla 8 se muestran los datos obtenidos de los cuales se obtuvieron el periodo de cada péndulo simple y se correlacionaba con los valores teóricos, logrando obtener una regresión lineal para determinar la ecuación de la pendiente, obteniendo así el valor experimental de la gravedad en la UPNFM.

Tabla 10: Datos del Experimento Colectivo del péndulo simple.

Longitud (m)	Periodo Experimental	Periodo Teórico	T ² Experimental	T ² Teórico
0.700 m	---	---	---	---
0.075 m	0.519	0.55	0.27	0.30
0.100 m	0.609	0.63	0.37	0.40
0.150 m	0.758	0.78	0.57	0.60
0.200 m	0.911	0.90	0.83	0.81
0.250 m	1.010	1.00	1.02	1.01
0.300 m	1.105	1.10	1.22	1.21
0.350 m	1.180	1.19	1.39	1.41
0.400 m	1.281	1.27	1.64	1.61
0.450 m	1.349	1.35	1.82	1.81
0.500 m	1.401	1.42	1.96	2.01
0.550 m	1.482	1.49	2.20	2.22
0.600 m	---	---	---	---
0.650 m	1.603	1.62	2.57	2.62
0.700 m	1.667	1.68	2.78	2.82
0.750 m	1.724	1.74	2.97	3.02
0.800 m	1.784	1.80	3.18	3.22
0.850 m	1.833	1.85	3.36	3.42
0.900 m	1.895	1.90	3.59	3.63

0.950 m	1.954	1.96	3.82	3.83
1.000 m	---	---	---	---
1.050 m	2.041	2.06	4.17	4.23
1.100 m	2.090	2.11	4.37	4.43
1.150 m	2.130	2.15	4.54	4.63
1.200 m	2.170	2.20	4.71	4.83
1.250 m	2.234	2.24	4.99	5.04
1.300 m	2.289	2.29	5.24	5.24

Fuente: Elaboración propia (2019)



Gráfica 2: Gráfico obtenido con los datos del EC, relacionando la longitud y periodo al cuadrado, logrando la ecuación de la recta tangente.

En el gráfico 2, se observa la linealidad cuya tendencia en relación a la longitud y el periodo cuadrado, siendo la pendiente ($m = L/T^2$) deducida por la ecuación de la pendiente ($y = mx + b$), y el análisis gráfico a partir de los datos obtenidos por el EC.

Usando la ecuación (2.12) se despeja para obtener el valor de la gravedad en las instalaciones de la UPNFM en la ciudad de Tegucigalpa, Honduras.

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$$

$$T^2 = 4\pi^2 \frac{l}{g}$$

$$\langle g \rangle = 4\pi^2 \frac{l}{T^2}$$

Tomando la ecuación de la pendiente $y = 4\pi^2 l$, así $m = g$, $x = T^2$, despejando para encontrar el valor central de $\langle g \rangle$ nos queda la regresión lineal multiplicando “m” por $4\pi^2$, siendo:

$$\langle g \rangle = 4\pi^2(0.251) = 9.90 \frac{m}{s^2}$$

El error relativo calculado a partir del valor teórico⁶ de la gravedad es 9.78 m/s^2 es:

$$I_p = \left(\frac{9.90 - 9.78}{9.78} \right) * 100 = 1.22\%$$

Lo que determina que el EC genera resultados deseados para el cálculo del valor de la aceleración de la gravedad, con 1.22% de error relativo en comparación con el valor teórico. Esto garantiza que el uso de la metodología aula invertida para la enseñanza-aprendizaje de la Física del péndulo simple sí genera los resultados esperados.

En la entrevista del EC, los estudiantes afirman lo siguiente:

Entrevistado	Respuesta	Tendencia
E1	Bueno me ayudó a entender como era el periodo, frecuencia y trabajo colectivo con los compañeros, siento que no estuvo difícil, además es una manera también de como evaluarse el conocimiento que uno mismo había obtenido primeramente antes de ver leído el contenido y	Los entrevistado mencionan que la experiencia del experimento colectivo les motivo, llamando más su atención por el estudio de la Física y en este caso logrando entender la relación del periodo

⁶ Este es el valor de la aceleración de la gravedad en Tegucigalpa ya que varía conforme a la altura, obtenido de la práctica de laboratorio de la UNAH (Solórzano, 2017)

	es como una forma aplicada y uno visualmente podía ver como ocurría el fenómeno del péndulo, porque no es lo mismo físicamente estarlo viendo uno mismo que un simulador.	y la longitud del péndulo simple, esto lo afirmando E7 “Otra forma de interactuar más, y poder hacer una clase más amena entre nosotros los compañeros y adquirir conocimiento de una forma más dinámica”, también E14 manifiesta que es mejor trabajar de forma colectiva porque dos cabezas piensan mejor que una, esto ayuda entrelazar trabajo en equipo visualizando los errores y corrigiendo armónicamente.
E2	Bastante llamativo porque en la clase uno se imagina teniendo una arandela amarrada de un hilo cual va ser el periodo la amplitud y al verlo en un monitor todo así tiene la certeza que lo está siendo bien, incluso al terminar todo me puse yo, a experimentar un poquito más, indirectamente a entender cómo funciona el péndulo cómo funciona el periodo y a diferenciar cómo influye la masa, la longitud y el ángulo en el péndulo.	
E3	Muy bonita también, es porque algo que supe cómo hacerlo, porque lo hice bien y es algo que puedo hacerlo cuando comience a dar clase, es un experimento que podría poner en práctica con mis estudiantes. Me ayudó a conocer mejor y a saber marcar bien la secuencia del tiempo para encontrar el periodo del péndulo.	
E4	Muy buena, muy interesante. Me ayudó porque no sabía, primera vez realice las oscilaciones y no sabía nada por el estilo y si me ayudo.	
E5	Muy bonito, la verdad interesante. Me ayudó en conocer mejor el péndulo simple, en tener ese conocimiento que tiempo atrás no lo tenía, porque uno tiene un conocimiento básico sobre física y esto es como un “Switch” que le da otra cara a la física que uno va encajando, porque ese conocimiento a uno le sirve mucho. Y lo que me llamo más fue el proceso cuando estábamos con el péndulo, cuando mirábamos las oscilaciones, las grafica en cuanto subía o bajaba, y si la recomendaría, es muy buena muy interesante, hay conocimiento que como seres humanos no tenemos y cuando se da la oportunidad de tenerlo hay que aprovecharlo.	
E6	Una experiencia muy bonita para aprender más, ya que ahí aprendimos a calcular el tiempo, la frecuencia. Muy bonita. Me ayudo a conocer algunas fórmulas del péndulo.	
E7	Otra forma de interactuar más, y poder hacer una clase más amena entre nosotros los compañeros y adquirir conocimiento de una forma más	

-
- dinámica. Me ayudo afianzar las dudas que teníamos en la plataforma virtual, este es un mundo diferente un mundo real.
- E8** La clase fue muy interesante la clase me llamo mucho la atención, pues creo que los resultados fueron buenos. Además, pude a observar los resultados de otros, y si tiene una buena finalidad del experimento del aula invertida. El experimento colectivo si la recomendaría, porque para alumnos que se le dificulte más este tipo de tema en una clase magistral lo puede entender por este tipo de metodología.
- E9** Me gustó, porque cuando ya estamos dentro de la carrera es raro que tengamos actividades así grupales de ese tipo que nos tengamos que relacionar con todos los compañeros del curso e hicimos una demostración de lo que nosotros estábamos viendo y pudimos demostrar lo que estábamos haciendo teóricamente, entonces si me gustó a visualizar la gráfica porque ya habíamos hecho el análisis numérico, pero le da una mejor visión. Me gustó también que incluye la parte tecnológica, y nosotros como futuros docentes tenemos intervenir de este modo y también me gusto que ese tiempo lo aprovechamos y los podemos hacer desde la casa no es necesario de estar aquí en la universidad para poder realizar el laboratorio.
- E10** Me ayudó pues en la forma que pudimos aprender mejor, porque física es algo que no se aprende memorizando, sino que, practicando, y el estar uno escuchando, escuchando muchas veces le dificultad mucho el aprendizaje, es mejor que uno mismo se genere su propio conocimiento, las dudas que pudieron a ver generado las adquirid o las logre observar al momento de estar leyendo o estar practicando y las dudas fueron surgiendo.
- E11** Excelente. Ver el tema de una forma diferente no tan monótona como en alguna clase. No es algo monótono, que el docente se venga a sentar es más interactivo.
- E12** Me pareció bien, a veces como en el simulador un observa muchas cosas, pero lo importante de
-

E13	<p>hacerlo de forma práctica es que a veces el interactuar uno con nuestra mano, nuestro cuerpo, así de forma visual establecer contacto con los materiales también nos lleva a una experiencia buena que también nos interesamos más por querer saber lo que está pasando durante el experimento, es primera vez que he escuchado ese tema, y pues cada vez que escuche el péndulo simple ya recuerdo la experiencia de la clase y empiezo a relacionarlo con ciertos conceptos. Me gustó la independencia que se tiene que dar para poder usar la plataforma, el simulador y también como realizar el experimento ya de forma práctica en la vida real. Estuvo buena divertida y realmente interesante, me ayudo en conocer puntos de temas por qué es una buena herramienta para aprender.</p>
E14	<p>Me gustó mucho se pudo trabajar de forma colectiva no cada uno en su cosa si alguien necesitaba apoyo se hicieron parejas y grupos, en primer lugar, a socializar y a darme cuenta que dos cabezas piensan mejor que una porque tuve que corregir un error que había tenido.</p>
E15	<p>Me pareció bonita, porque uno a veces tiene dudas sobre algo y no tiene la información suficiente para salir de esas dudas y ahí me gustó en el experimento salen aclaradas sus dudas adelante.</p>

Código RV - Recursos Virtuales: Subcategoría que analiza los RV que ayudaron a mejorar la enseñanza-aprendizaje de la Física del péndulo simple.

Entrevistado	Respuesta	Tendencia
E1	<p>Pues a mí me motivo, me gustó la interfaz de poderme comunicar, muy bonita, muy interesante yo siento que estuvo bien, uno en la casa uno esta relajado y se pone a estudiar y claro que sí mejoro, bastante ahí aprendí lo que fue de que dependía el péndulo simple, que solo dependía de la longitud. Creo que sí, si la recomendaría ya que uno aprende bastante ya que al ir a trabajar en la casa uno aprende mejor con el todo lo que estaba en la plataforma.</p>	<p>Los entrevistados sostienen que los recursos virtuales les llamo la atención, mejorando su aprendizaje por la disposición en el tiempo necesario para comprender el tema desde la comodidad de</p>

E2	Si ayuda bastante, porque vaya ahora más que todo la tecnología influye bastante tanto en práctica como en lo teórico y en la implementación del péndulo ayuda bastante a la imaginación y tener claro lo que va a realizar, si lo recomendaría por qué es algo muy llamativo, tecnología para el nivel universitario de escuela o colegio.	su casa, afirmando E2 “la tecnología influye bastante”, E4 “una forma dinámica de como aprender”, E3 “una nueva experiencia”, todas estas afirmaciones son producto a que el uso de los recursos virtuales para ellos fue su primera vez, que los han utilizado para su procesos de aprendizaje asegurando a ver aprendido.
E3	Me pareció interesante la verdad por qué estamos trabajando con algo nuevo, una experiencia muy buena la verdad, porque como le digo ósea, cuando uno lo hace en físico uno no puede ver como así marcado una línea patrón que lleva y con el simulador PhET es más fácil porque uno puede ver esa línea patrón que le sirve a uno para marcar el periodo. Además, me pareció una forma muy bonita y diferente de hacer las cosas, porque para mí fue la primera vez que usamos un módulo de eso y si aprende bastante aparte como uno está en su casa y uno no sabe cierto proceso uno puede ingresar a una página y buscar la información y ponerla en practicar en el módulo, pude ver bien a mi ritmo como se marca el tiempo y de donde podía sacar la formula y los ítems.	
E4	Si me gustó, porque es una forma dinámica de como aprender y también es algo diferente y en lo personal me gusta muy buena primera vez que lo usaba, porque nunca nadie nos había nos había insinuado a usarlo fue mi primera vez.	
E5	Es bien básica, da como un clip para uno se guía (da los pasos) para usarlo de mejor manera y muy buena, por qué le abre la mente a uno para conocer otras cosas, otras facetas de la vida en la física y si la recomendaría, es muy buena muy interesante, hay conocimiento que como seres humanos no tenemos y cuando se da la oportunidad de tenerlo hay que aprovecharlo.	
E6	Es una experiencia muy bonita para aprender más, ya que ahí aprendimos a calcular el tiempo, la frecuencia, además, por qué nos ayuda aprender en la clase y llevarlo a la casa. Si lo recomendaría por qué no es una clase monótona de solo venir a sentar a la clase, sino se puede implementar en el aula invertida.	

-
- E7** Me gustó que podíamos interactuar por medio de instrumentos que están en nuestros laboratorios de una manera virtual desde nuestra casa, afianza más los conocimientos aprendidos en el aula. Además, nos ayudaba a deducir los conocimientos de que, si la masa afectaba al péndulo simple, entonces por medio de los resultados que se generaban a través del laboratorio, manera se deducían los datos. Si lo recomendaría por qué de parte de nosotros hay más entrega, porque traemos un conocimiento previo de lo que se va hablar en el aula de clase.
- E8** Si me gusto bastante, el simulador para sacar las oscilaciones y todo eso, antes la Licenciada nos había introducido el tema, pero yo no le entendía, pero con el simulador le entendí mejor, si la recomendaría este tipo de metodología.
- E9** En general, lo que me gustó que es interactivo y que muchas veces no disponemos de los instrumentos necesarios para poder hacer las practicas, entonces es una opción muy buena porque es interactivo y tecnológico, por eso me llamo la atención en utilizarla como futura profesora y considero que es de provecho, porque es una opción que nosotros tenemos el acceso al instrumento o a las herramientas si nosotros no la tenemos en físico, además llama más la atención de aprender que leer un libro. Si la recomendaría por qué como le explicaba me ayuda a ver de otra manera, como si yo agarro el libro a hojearlo y me pongo a leer, entonces yo solo manejo los conceptos, pero con esta metodología yo como que lo veo más claro ya que incluye la parte tecnológica, y nosotros como futuros docentes tenemos intervenir de este modo y también me gustó que ese tiempo lo aprovechamos y los podemos hacer desde la casa no es necesario de estar aquí en la universidad para poder realizar el laboratorio.
- E10** Es bastante interactivo la verdad y que uno aprende más significativamente. Fue bastante significativa para mí, porque me ayudo a comprender más rápido el tema, que estar dos horas sentado aquí, lo hubiera comprendido tal vez un poco más lento. Pues es una muy buena
-

herramienta para nosotros como docentes y que ayuda al aprendizaje autónomo a uno mismo y si lo recomendaría por qué física es algo que no se aprende memorizando, sino que, practicando, y el estar uno escuchando, escuchando muchas veces le dificultad mucho el aprendizaje, es mejor que uno mismo se genere su propio conocimiento. Además, mi aprendizaje si mejoro bastante, por qué las dudas que pudieron a ver generado las adquirid o las logre observar al momento de estar leyendo o estar practicando y las dudas fueron surgiendo, me hubiera gustado que otros temas de la clase debieron haber sido enseñando de esta manera del aula invertida.

E11 Interactuar de una forma virtual, con algo que uno no está acostumbrando, excelente, porque me facilita la aplicación de algo y es más preciso, despierta el interés de conocer más a fondo el tema, por qué no es algo monótono, que el docente se venga a sentar es más interactivo. Además, si lo recomendaría por qué lo despierta más la curiosidad, uno cuando se mete a la plataforma, en el caso de uno estar en la casa le dan ganas de investigar sería un autoaprendizaje.

E12 En primer lugar, nunca había visto un simulador como el que se implementó, en la plataforma brinda muchas comodidades que a veces no se puede así personalmente, como presentar una tarea y en la plataforma si se extiende el día de presentarla y otra es que hay buena interacción con lo maestro, me gusto bastante por qué a veces uno no tiene claro los conceptos y a medida de lo que observa lo que está pasando en el simulador pues va entendido poco a poco. Es bueno por qué a veces que se da dentro de la clase no es suficiente para explicar todo lo que se debería y por cuestiones de tiempo de la clase no se aborda todo el contenido y en el espacio virtual tal vez se puede experimentar otras curiosidades, también la independencia que se tiene que dar para poder usar la plataforma, el simulador y también como realizar el experimento ya de forma práctica en la vida real. Si lo recomendaría por qué hay estudiantes como en el caso mío que la primera practica no puede asistir por mis otras clases, entonces yo estaba completamente me sentía en un

E13	<p>espacio descomido por qué no sabía de qué trataba el taller, entonces ya al ir a interactuar con la plataforma y el simulador entonces ya más o menos fui teniendo una noción de lo que trataba el tema, ya cuando vine a la clase al siguiente laboratorio ya mis conceptos estaban mejor, ya más o menos sabía de que se iba a tratar en la clase y que íbamos hacer y cuál era el camino a seguir.</p> <p>Lo que me gusto fue el tiempo que uno lo puede hacer estando en su caso oh estando fuera de la institución. Pues la considero realmente buena por el motivo que lo haces en forma virtual, es que es una buena aplicación para alguna duda ahora la tecnología se está usando, ahora no sé cómo mejorar. Creo que si la recomendaría por qué el laboratorio le entendimos y Salí satisfecho al entender los temas lo que más me gusta es que es en línea.</p>
E14	<p>Bueno a parte del uso de la tecnología no lleva a tener contacto con las TICS de esta forma cambiamos la rutina de estar en un salón de clase, me gusto lo que hice en la práctica simulador y estuve viendo que no es en la única clase que se está usando hay en otras áreas, Si la recomendaría por qué todos tenemos distintos tipos de vista y opiniones y si es así podemos llegar a una respuesta y si me ayudo a entender conceptos.</p>
E15	<p>Que uno podía hacer el experimento las veces que uno quisiera, me pareció bonita, porque uno a veces tiene dudas sobre algo y no tiene la información suficiente para salir de esas dudas y ahí me gusto en el experimento salen aclaradas sus dudas adelante.</p>

Código SD - Secuencia didáctica: Subcategoría que analiza como la SD mejora el rendimiento académico de los estudiantes cuando se usa la metodología aula invertida.

Entrevistado	Respuesta	Tendencia
E1	<p>Bueno las instrucciones son claras, creo que el video y la parte del simulador del péndulo me llamo la atención, y claro que sí mejoro, bastante ahí aprendí lo que fue de que dependía el péndulo simple, que solo dependía de la longitud, y lo que más me gusto bastante eso que puedo ir a estudiar a mi casa.</p>	<p>Los entrevistado manifiesta que la SD empleada para el desarrollo del tema de la Física del péndulo</p>

E2	Pues la facilidad que conlleva, leyendo es muy claro muy preciso todo es muy exacto, entonces uno no tiene ningún problema al realizar la práctica o alguna indicación todo está muy explícito, entonces es muy fácil de manejar, ahí está todo muy establecido muy claro y si mejoro bastante.	simple, es buena ya que logran aprender desde la comodidad de su hogar, apoyado por los RV,
E3	El modelo del péndulo me pareció una forma muy bonita y diferente de hacer las cosas, porque para mí fue la primera vez que usamos un módulo de eso y si aprende bastante aparte como uno está en su casa y uno no sabe cierto proceso uno puede ingresar a una página y buscar la información y ponerla en practicar en el módulo la verdad que sí nos facilita bastante porque como le digo no solo es teoría, si no que uno lo pone en práctica y lo puede ver.	complementando con experimentos reales que se desarrollaron de forma colectiva, lo que incremento el interés por aprender, aunque E11 menciona
E4	Muy interesante me gusta, bueno al principio cuando nos hizo la evaluación no sabía nada (risa), estaba completamente perdida y después de haber hecho todo de leer, ver el video e incluso después de utilizar el péndulo muchas dudas se aclararon.	que el tiempo de dedicación es importante ya que requiere mayor tiempo, también otros mencionan
E5	Muy interesante y si la recomendaría, es muy buena muy interesante, hay conocimiento que como seres humanos no tenemos y cuando se da la oportunidad de tenerlo hay que aprovecharlo.	como E3 “fue mi primera vez (...) y si se aprende bastante”, E7 “nos ayuda a
E6	Una experiencia muy bonita, porque nos ayuda aprender en la clase y llevarlo a la casa, se aprende más y no es una clase monótona de solo venir a sentar a la clase, sino se puede implementar de forma aula invertida.	deducir los conocimientos” y E10 “el alumno aprende, aprender de forma
E7	Nos ayudaba a deducir los conocimientos de que, si la masa afectaba al péndulo simple, entonces por medio de los resultados que se generaban a través del laboratorio, manera se deducían los datos y si funciona, la física se desarrolla de tanto la explicación de temas de la vida diaria, traer un previo conocimiento y venirlo a discutir en el aula de clase, es una forma que generamos entre el maestro y el alumno generamos un nuevo conocimiento y eso me gusta esa parte.	autónoma”, así se garantiza que la SD en que se abordó el uso de la metodología aula invertida logro su resultado esperado.
E8	Al principio si dije yo trabajo, porque yo dije de un día para otro más que uno tiene varias clases, pero fui haciendo las actividades e incluso el laboratorio que hicimos en el aula me llamo bastante la atención y si aprendí bastante porque fue algo que puse en práctica.	

-
- E9** Es algo positivo de entrada, como que no estamos familiarizado con esto, pero ya dentro del proceso uno se va dando cuenta que es entretenido que uno aprende, que realmente es algo que deja un aporte positivo por qué como le explicaba me ayuda a ver de otra manera, como si yo agarro el libro a hojearlo y me pongo a leer, entonces yo solo manejo los conceptos, pero con esta metodología lo veo más claro.
- E10** Pues es una muy buena herramienta para nosotros como docentes y que ayuda al aprendizaje autónomo a uno mismo. Mi opinión sobre esta metodología es que es muy buena porque el alumno aprender, aprender de forma autónoma y no está dependiendo mucho de que el docente este encima de él, sino ayuda bastante a la independencia, además en física es algo que no se aprende memorizando, sino que, practicando, y el estar uno escuchando, escuchando muchas veces le dificultad mucho el aprendizaje, es mejor que uno mismo se genere su propio conocimiento y si la recomendaría, porque ayuda bastante la metodología.
- E11** En mi forma personal como laboro es un poco más complicado, porque tienen que dejar más de tiempo, dejar más tiempo para la clase, y si se hace aquí como le digo, en el laboratorio de computo, no tendría que dedicar tiempo de mi casa ni de mi trabajo.
- E12** Es buena, se repite un ciclo donde a veces quedan lagunas o espacios de conocimientos que no se abordan que el otro si se logra ver, si se puede decir que sí, por lo que antes mencione se aborda conocimiento diferente y experiencia. Si lo recomendaría esta metodología por qué hay estudiantes como en el caso mío que la primera practica no puede asistir por mis otras clases, entonces yo estaba completamente me sentía en un espacio descomido por qué no sabía de qué trataba el taller, entonces ya al ir a interactuar con la plataforma y el simulador entonces ya más o menos fui teniendo una noción de lo que trataba el tema, ya cuando vine a la clase al siguiente laboratorio ya mis conceptos estaban mejor, ya más o menos sabia de que se iba a tratar en la clase y que íbamos hacer y cuál era el camino a seguir.
- E13** Si, por el motivo que facilita en el laboratorio le entendimos y Salí satisfecho al entender los temas lo que más me gusta es que es en línea y claro por qué es una buena herramienta para aprender.
- E14** Considero que es también una forma aprender haciendo y teniendo distintas opiniones por qué todos tenemos
-

E15	<p>distintos tipos de vista y opiniones y si es así podemos llegar a una respuesta. Si recomendaría la metodología por qué es interactiva aprendemos de esa forma y tenemos opiniones colectivas y de esa forma se refuerza mucho.</p> <p>Esta experiencia a mí me gustó porque el alumno desarrolla más individual las curiosidades sobre algún objeto por ejemplo los laboratorios grupales se hacen rápido por el tiempo y así con el software se hacen con más tiempo y uno despeja sus dudas.</p>
------------	--

4.4 Triangulación de los resultados

La triangulación es una técnica utilizada para comparar tres opiniones generales, en nuestro estudio se realiza comparando los resultados obtenido del test-conceptual, la entrevista y la fundamentación teórica.

Tabla 11: Triangulación de los resultados

Test conceptual	Entrevista	Fundamento teórico
<p>Bajo el factor de Hake del 0.68, se puede afirmar que la intervención de la metodología aula invertida para la enseñanza-aprendizaje del péndulo simple si generó una ganancia de aprendizaje en los estudiantes, evidenciada en el gráfico 1, donde se muestra una tendencia favorable en la comprensión de todos conceptos básicos del péndulo simple.</p>	<p>Las tendencias evidencia que el uso de la metodología del aula invertida mejora la enseñanza de la Física, así mismo se logra la comprensión en el tema del péndulo simple, sin embargo se muestra evidencia que los docentes no utilizan estrategias motivadoras para incentivar el interés por el aprendizaje de la Física, donde los entrevistados sugieren más temas para ser desarrollados bajo esta metodología y con mayor tiempo en su aplicación.</p>	<p>Según; (Bergmann & Sams, 2015), (Benito & Gras-Marti, 2005), (Mazur & Crouch, 2018), (Cucalón, 2014), (Curtis, 1981) y otros, afirman que las técnicas o estrategias utilizadas bajo la metodología aula invertida promueven aprendizaje significativo, desarrollando competencias en lo estudiantes de forma personal y colectiva.</p>

Fuente: Elaboración propia (2019)

CAPÍTULO 5: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

La finalidad de este trabajo de investigación es conocer si la Implementación del aula invertida mejora la enseñanza-aprendizaje en estudiantes de Física a nivel superior en el estudio del péndulo simple en la UPNFM, como se explicó en el primer capítulo donde se justifica y plantea la problemática que los estudiantes de Física tienen cuando se presenta el modelo del péndulo simple. Así mismo, en el tercer capítulo se diseñó una propuesta metodológica usando el experimento colectivo como estrategia central del aula invertida, auxiliándose del simulador PhET del péndulo simple de la Universidad de Colorado, Estados Unidos, el cual se desarrolló con un enfoque cualitativo el que generó mejores resultados ya que se usó la investigación-acción como diseño, permitiendo la originalidad de este trabajo logrando hallazgos significativos en el aprovechamiento académico de los estudiantes.

A continuación, se da respuesta a los objetivos planteados para este proyecto investigativo.

1. Al evaluar el uso de la metodología del aula invertida se obtiene que sí mejoró el rendimiento académico conceptual de los estudiantes de Física II, sección B, de la UPNFM del DCN, mejorando la concepción del modelo se disminuyeron los errores conceptuales de frecuencia, periodo, energía cinética y energía potencial gravitacional que se generan en la unidad del movimiento armónico simple en el estudio del péndulo simple. Así mismo, el uso del aula invertida permitió que los estudiantes mejoraran su aprendizaje, lo que respalda esta conclusión es el factor de Hake promedio de 0.68, lo que significa que la ganancia de aprendizaje en cuanto a la concepción del modelo generó un promedio óptimo según la escala de Hake. Del mismo modo en el gráfico 1 muestra la

tendencia de las ganancias de aprendizaje en cada una de las preguntas, afirmando la pertinencia de la metodología aula invertida.

2. Al medir los aprendizajes en los estudiantes con el test-conceptual que se desarrolló en dos momentos un antes (pre-test) y un después (post-test), se reflejan mejoras significativas en la comprensión conceptual de la Física del péndulo simple. Las mejoras más altas de aprendizaje se registraron en los resultados de la pregunta 2, la que consistía en conocer cuáles eran los factores de los que depende la variación en el periodo del péndulo simple, para lo cual el factor de Hake fue de 0.94. Así mismo en la pregunta 3, consistía en conocer el ángulo al que debe ser ejecutado el péndulo simple para que su error sea menor del 1%, en el cual se obtuvo un factor de Hake del 0.88, por otro lado, la comprensión conceptual más baja se dio en la pregunta 5, que consistía en cuál de los dos péndulos simples se detendrían antes, esta pregunta tenía una ilustración de apoyo donde el factor de Hake fue del 0.43. Estos parámetros afirman la tendencia a la mejora generalizada de los aprendizajes que se obtiene con el uso del aula invertida y el experimento colectivo como estrategia central en la enseñanza-aprendizaje.
3. Al comparar las opiniones de los estudiantes en la entrevista acerca del uso de la metodología del aula invertida, se puede analizar como la secuencia didáctica, el uso de los recursos virtuales y sobre todo el experimento colectivo sí mejora el aprendizaje conceptual y experimental en los estudiantes con relación a la Física del péndulo simple, además la motivación que se despierta por aprender ya que sustenta que fue su primera vez que enseñan un tema en física bajo esta metodología invertida. Esto garantiza que las innovaciones en los procesos de enseñanza-aprendizaje mejoran de forma integral el aprendizaje en los estudiantes.

4. Al verificar la hipótesis de acción de la investigación se demuestra que el uso del aula invertida junto al experimento colectivo mejora el enseñanza-aprendizaje conceptual de la Física del péndulo simple. La cual es sustentada bajo el modelo del plan de acción que se ejecutó en la intervención metodológica y el diseño del experimento colectivo del péndulo simple que determinaba el valor de la aceleración de la gravedad, logrando así la comprensión conceptual del movimiento armónico del péndulo simple.

5.2 Recomendaciones

1. Realizar investigaciones bajo el diseño de investigación-acción en diferentes tópicos del área de la Física mejorando el proceso de enseñanza-aprendizaje cumpliendo con los objetivos más altos de la taxonomía de Bloom.
2. Al momento de implementar esta investigación tener control al momento de realizar el experimento colectivo bajo la metodología aula invertida, dando las instrucciones según el plan de acción que se ejecutó en esta investigación, así mismo generar más tiempo para el trabajo entre los estudiantes en la actividad práctica creando más reflexión y pensamiento crítico entre estudiantes.
3. A partir de los resultados de este estudio, realizar investigaciones más profundas que implique el diseño de investigación-acción, continuando con la espiral reflexiva así mejorar la enseñanza-aprendizaje de la Física del péndulo simple a nivel universitario u otro nivel de enseñanza conforme a las posibles adecuaciones que se generen.

Bibliografía

- APA, N. (2019). *Normas APA*. Obtenido de <http://normasapa.net/triangulacion-definiciones-tipos/>
- Barroso, J. M., & Aguilar, S. (Julio de 2015). LATRIANGULACIÓN DE DATOS COMO ESTRATEGIA EN INVESTIGACIÓN EDUCATIVA. *Píxel-Bit. Revista de Medios y Educación*(47), 73-88. doi:<http://dx.doi.org/10.12795/pixelbit.2015.i47.05>
- Benito, J. V., & Gras-Marti, A. (Agosto de 2005). RECURSOS PARA LA ENSEÑANZA DEL PÉNDULOSIMPLE: IMÁGENES, MEDICIONES, SIMULACIONES Y GUÍAS DIDÁCTICAS. *Enseñanza de la Física*, 22(2), 165-189.
- Bergmann, J., & Sams, A. (2015). *FlippedClass.com*. Recuperado el 6 de Noviembre de 2017, de <https://flippedclass.com/about-m/>
- Canals, M. (2008). HISTORIA DE LA RESONANCIA MAGNÉTICA DE FOURIER A LAUTERBUR Y MANSFIELD: EN CIENCIAS, NADIE SABE PARA QUIEN TRABAJA. *Scielo*, 14(1), 39. Obtenido de <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-93082008000100009>
- Castaños, E. (03 de marzo de 2016). *La enseñanza y divulgación de la ciencia*. Recuperado el 06 de febrero de 2019, de Lidia con la química: <https://lidiakonlaquimica.wordpress.com/2016/03/03/el-pendolo-simple/>
- Creswell, J. W. (2014). *Research design : qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (Vol. 4th ed.). Nebraska, United States of America: Library of Congress Cataloging-in-Publication Data.
- Cucalón, W. M. (2014). *Diseño de una propuesta didáctica para la enseñanza de sistema de dos*. Medellín : Universidad Nacional de Colombia.
- Curtis, R. K. (1981). El Experimento Péndulo Simple. *American Association of Physics Teachers*, 36. doi:10.1119/1.2340676
- Dourmashkin, P. (14 de 1 de 2019). *EdX*. (MIT, Productor) Obtenido de EdX: <https://courses.edx.org/dashboard>
- EduLand. (27 de 06 de 2014). *Webinar #1: The Flipped Classroom, por Raúl Santiago*. Recuperado el 2019 de 01 de 28, de https://www.youtube.com/watch?time_continue=1121&v=Bdd_Dr7QUQ4
- Euceda, A. (16 de Marzo de 2016). De la charla magistral a educación entre pares. *La Prensa*. Obtenido de <http://www.laprensa.hn/opinion/columnas/940672-412/de-la-charla-magistral-a-educaci%C3%B3n-entre-pares>
- Euceda, A. (2 de marzo de 2019). Experimento Colectivo del péndulo simple. (R. García, Entrevistador)

- García, M., & Quijada-Monroy, V. d. (2016). El Aula invertida y otras estrategias con uso de TIC. Experiencia de aprendizaje con docentes. *Universidad Interamericana para el Desarrollo*, 1-15. Obtenido de <http://somece2015.unam.mx/MEMORIA/57.pdf>
- Garzon, G. P. (2014). *Conceptos básicos de vibraciones y ondas*. Bogotá-Colombia: Editorial UD. Obtenido de <http://editorial.udistrital.edu.co/contenido/c-81.pdf>
- González, A. E., & Encizo, C. G. (8 de Agosto de 2016). El aula invertida como estrategia para la mejora del rendimiento académico. *Revista Mexicana de bachillerato a Distancia*, 8(16), 68-78. Recuperado el 11 de Diciembre de 2018, de <http://www.revistas.unam.mx/index.php/rmbd/article/view/57108>
- Guisasola, J., Gras-Martí, A., Torregrosa, J. M., Almudí, J. M., & Labra, C. B. (2004). "La enseñanza universitaria de la física y las aportaciones de la investigación en didáctica de la física". *Revista Española de Física*, 18(2), 15-16. Obtenido de <http://hdl.handle.net/10045/23596>
- Hake, R. R. (January de 1998). Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses. *American Journal of Physics*(66), 64-74. doi:10.1119/1.18809
- Hernández-Silva, C. (2017). Aula invertida mediada por el uso de plataformas virtuales: un estudio de caso en la formación de profesores de física. *Estudios Pedagógicos*, XLIII(3), 193-204. Obtenido de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=173554750011>
- Kuhn, T. (2004). *La estructura de las revoluciones científicas*. México : Fondo de cultura economica (México).
- Latorre, A. (2005). *La Investigación-acción* (3 ed.). Barcelona, España: Editorial Graó, de IRIF, S.L.
- Lévy, P. (1999). *¿Qué es lo virtual?* Barcelona: PAIDÓS.
- Lopez, A. A. (2011). Factores que influyen en el aprendizaje . *Enfoques Educativos* , 10-17.
- María Vidal Ledo, N. R. (30 de Enero de 2016). Aula invertida, nueva estrategia didáctica. *Scielo*, 30(3), 678-688. Recuperado el 11 de Diciembre de 2018, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-21412016000300020
- Marín, L. d. (2017). *Propuesta para el trabajo de la física bajo la metodología de aula invertida en la I.E La Milagrosa en el grado décimo*. Medellín : Universidad Nacional de Colombia.
- Mazur, E., & Crouch, C. H. (2018). *PhysPort*. Obtenido de https://www.physport.org/methods/method.cfm?G=Peer_Instruction
- Medrano, C. V. (Julio de 2006). *Fundación Carolina CeALCI*. Recuperado el 9 de Septiembre de 2018, de <https://www2.uned.es/grisop/documentos/Doc%206.pdf>

- Merriam, S. B., & Tisdell, E. J. (2016). *Qualitative Research*. San Francisco : Published by Josset-Bass A Wiley Brand.
- Monje Alvarez, C. A. (2011). *Universidad Surcolombiana*. Recuperado el 1 de Noviembre de 2018, de <http://biblioteca.usco.edu.co/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=23967>
- Munguia, V. S. (2016). *Relación entre la metodología Flipped Classroom y el aprendizaje de alumnos en la universidad continental mediante el uso de TIC, Versión 2.0*. Huancayo, Perú: Universidad Continental. Obtenido de <https://repositorio.continental.edu.pe/handle/continental/2896>
- Navarro, R. E. (08 de Diciembre de 2003). El rendimiento académico: concepto, investigación y desarrollo. *Revista Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación*, 2(2), 1-16.
- Novak, G., Gavrin, A., Patterson, E., & Christian, W. (s.f.). *PhysPort*. Recuperado el 06 de Febrero de 2019, de <https://www.physport.org/methods/method.cfm?G=JiTT>
- Oblinger, D., & Oblinger, J. (2005). *Educating the Net Generation*. New York: EDUCAUSE. Obtenido de <http://digitalcommons.brockport.edu/bookshelf>
- O'Kuma, T., Maloney, D. P., & Hieggelke, C. (s.f.). *PhysPort*. Recuperado el 6 de Febrero de 2019, de https://www.physport.org/methods/method.cfm?G=Ranking_Tasks
- Ortega, F. J. (3 de Julio-Diciembre de 2007). Modelos Didácticos para la Enseñanza de las Ciencias Naturales. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*, 3(2), 41-60. Recuperado el 23 de Agosto de 2018, de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=134112600004>
- PhysPort. (2018). *Apoyar la enseñanza de la física con recursos basados en la investigación*. Recuperado el 13 de Diciembre de 2018, de <https://www.physport.org/methods/method.cfm?G=PhET>
- PhysPort. (2018). *PhysPort.com* . Obtenido de https://www.physport.org/methods/method.cfm?G=Teaching_with_clickers
- Plickers. (2018). *Plickers.com* . Obtenido de <https://www.plickers.com>
- Rahim, G. P. (2014). *Conceptos Básicos de Vibraciones y Ondas*. Bogota, Colombia: UD.
- Resnick, R., Halliday, D., & Krane, K. (2001). *Física* (Vol. 1). México, México: Compañía Editorial Continental.
- Rex, A., & Wolfson, R. (2011). Fundamentos de Física. En A. Rex, & R. Wolfson, *Fundamento de Física* (pág. 168). Madrid, España: Pearson Educación, S.A.
- Rodríguez, D. G., Arango, J. A., Arias, A. V., & Piedrahita, L. B. (Junio de 2019). PERCEPCIÓN DE LA ESTRATEGIA AULA INVERTIDA EN ESCENARIOS UNIVERSITARIOS. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 24(81). Obtenido de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1405-66662019000200593&script=sci_arttext

- Sampieri, R. H., Collado, C. F., & Lucio, M. d. (2014). *Metodología de la Investigación* (Sexta ed.). México: McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V. doi:ISBN: 978-1-4562-2396-0
- Sears, & Zemansky. (2009). Física Universitaria. En H. D. Young, & R. A. Freedman, *Física Universitaria* (Decimosegunda ed., Vol. 1, pág. 436). México, México: Pearson Educación.
- Serrano, J. M., & Pons, R. M. (2011). Constructivismo Hoy. *Investigación Educativa*, 1-12.
- Serway, R. A., & Beichner, R. J. (2004). *Física para Ciencia e Ingeniería* (Quinta ed., Vol. 1). México: McGraw-Hill/Interamericana editores, S.A de C.V.
- Socha, L. P., Alfonso, O. L., & Jaramillo, S. P. (2019). Ventajas y desventajas de las tic en la educación "Desde la primera infancia hasta la educación superior". *Educación y Pensamiento Hispanoamericano* .
- Sokoloff, D., & Thornton, R. (s.f.). *PhysPort.com*. Recuperado el 05 de Febrero de 2019, de <https://www.physport.org/methods/method.cfm?G=ILD>
- Solórzano, F. (2017). *Medición de la aceleración de la gravedad en la UNAH-CU utilizando el péndulo simple*. Física . Tegucigalpa: UNAH. Obtenido de https://kevinricox.files.wordpress.com/2017/06/200_01_pendolo.pdf
- Tecnológico de Monterrey. (20 de Octubre de 2014). Aprendizaje Invertido. *EduTrends*, 1-29. Obtenido de <https://observatorio.tec.mx/edutrendsaprendizajeinvertido/>
- Tejero, J. M., & Parra, R. M. (30 de Marzo de 2011). El Constructivismo hoy: Enfoques constructivistas en educación. *Revista electrónica de investigación educativa (SCIELO)*, 13(1), 1-27. Obtenido de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1607-40412011000100001
- theflippedclassroom.es. (s.f.). *The Flippedclassroom*. Obtenido de https://www.theflippedclassroom.es/#iLightbox/gallery_image_1/4
- University of Minnesota Physics Education Research Group. (s.f.). *PhysPort*. Recuperado el 6 de Febrero de 2019, de <https://www.physport.org/methods/method.cfm?G=CGPS>
- Wieman, C. E. (2008). *PhysPort*. doi: <https://doi.org/10.1119/1.2815365>
- Yarleque, J. V. (2018). *Flipped classrom y efecto en las competencias transversales de los alumnos del curso de electricidad y electronica industrial en una Universidad pública de Lima, Perú*. . Lima, Perú: Universidad Peruna Cayetano Heredia .
- Zamar, M. D., & Segura, E. A. (Enero de 2020). El aula invertida: un desafío para la enseñanza universitaria. *Virtualidad, Educación y Ciencia*, 11(20). Recuperado el 23 de Mayo de 2020, de <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/vesc/article/view/27449>

ANEXOS

Anexo 1: TEST CONCEPTUAL DE LA INVESTIGACIÓN

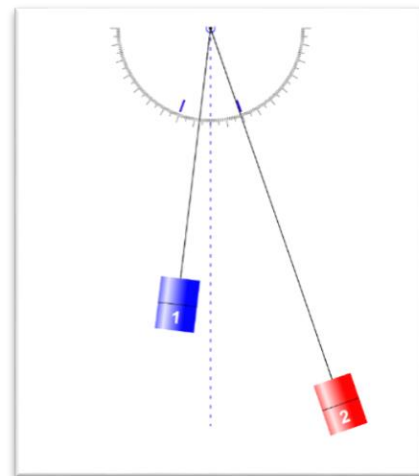
“Evaluación del aula invertida para mejorar el rendimiento académico en estudiantes de Física II en el tema del péndulo simple”

Objetivo del test: Identificar los conocimientos adquiridos del movimiento armónico simple antes y después de la implementación metodológica del aula invertida utilizando simulador PhET y experimento colectivo al estudio del péndulo simple.

Instrucciones: Encierre con un círculo la letra que hace correcta la pregunta formulada.

1. ¿Cómo se conceptualiza el periodo?
 - a. Es el número de oscilaciones en una unidad de tiempo
 - b. Es el tiempo que tarda una oscilación
 - c. a y b son correcta
 - d. Ninguna de las anteriores es correcta
2. ¿De qué depende la variación en el periodo de un péndulo simple?
 - a. Longitud del péndulo
 - b. Masa del péndulo
 - c. a y b son correcta
 - d. Ninguna de las anteriores es correcta
3. ¿Cuál es el límite del ángulo permitido en el péndulo simple, donde su error sea menor del 1%?
 - a. Menor de 15°
 - b. Mayor de 15°
 - c. Cualquier ángulo
 - d. Ninguna de las anteriores es correcta

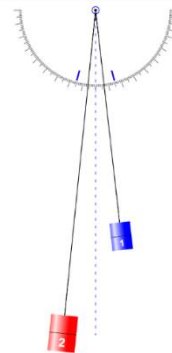
Responda las preguntas de la 4 a 6 a partir de la figura 1 donde se observa dos péndulos simples marcados como “1” y “2”, moviéndose sin fricción con masa iguales:



[Figura 1]

4. ¿Cuál péndulo tiene mayor frecuencia?
 - a. 1 tiene mayor frecuencia
 - b. 2 tiene mayor frecuencia
 - c. 1 y 2 tiene igual frecuencia
 - d. No tengo conocimiento
5. ¿Cuál de los dos péndulos, se detendrá primero?
 - a. 1 se detendrá primero
 - b. 2 se detendrá primero
 - c. 1 y 2 se detendrá al mismo tiempo
 - d. No tengo conocimiento
6. ¿Cuál péndulo tiene mayor periodo?
 - a. 1 tiene mayor periodo
 - b. 2 tiene mayor periodo
 - c. 1 y 2 tiene el mismo periodo
 - d. No tengo conocimiento
7. ¿En qué trayecto del movimiento del péndulo simple tendrá mayor energía cinética?
 - a. En los extremos de la trayectoria
 - b. En el centro de la trayectoria
 - c. En toda la trayectoria
 - d. No tengo conocimiento

8. ¿En qué punto de la trayectoria del péndulo simple tendrá mayor energía potencial gravitacional?
- a. En los extremos de la trayectoria
 - b. En el centro de la trayectoria
 - c. En todos los puntos de la trayectoria
 - d. No tengo conocimiento
9. ¿En qué punto de la trayectoria del péndulo simple la velocidad es igual a cero?
- a. En los extremos de la trayectoria
 - b. En el centro de la trayectoria
 - c. En todos los puntos de la trayectoria
 - d. No tengo conocimiento
10. En la figura 2, se observa dos péndulos simples marcados como “1” y “2”, moviéndose sin fricción, la masa del péndulo 2 es mayor a la masa del péndulo 1. ¿Cuál de los dos péndulos simples tiene mayor energía potencial gravitacional?



[Figura 2]

- a. 1 tiene mayor energía potencial gravitacional
- b. 2 tiene mayor energía potencial gravitacional
- c. 1 y 2 tienen la misma energía potencial gravitacional
- d. No tengo conocimiento

Anexo 2: ENTREVISTA DE INVESTIGACIÓN

Entrevista para recolección de la información sobre la tesis, “Evaluación del aula invertida para mejorar el rendimiento académico en estudiantes de Física II en el tema del péndulo simple”

Objetivos:

1. Conocer la opinión de los estudiantes después de la implementación metodológica del aula invertida.
2. Identificar si el uso del experimento colectivo y simulador PhET mejora la enseñanza-aprendizaje de la física del péndulo simple.

Inicio de la conversación: Hacer que las partes -entrevistador y entrevistado se sientan cómodos con la conversación

1. ¿Cuánto tiempo llevas estudiando en la universidad?
2. ¿Qué carrera estudias?, ¿Qué fue lo que motivo estudiarla?
3. ¿Qué es lo que más te gusta de la universidad?, ¿lo que menos te gusta?
4. ¿En qué te sienten igual a tus compañeros de curso?
5. ¿En que eres diferente?
6. ¿Has cursado anteriormente la clase de Física II?

Inicio de la entrevista: El entrevistador guía la entrevista para que los entrevistado con mayor fluidez respondan a las preguntas.

1. ¿Crees que el uso de la plataforma virtual Moodle incrementa el interés por aprender?, ¿Qué fue lo que más te gustó?, ¿menos te gustó?
2. ¿Cómo consideras la experiencia de usar simulador PhET?, ¿Por qué?
3. ¿Obtuvo alguna dificultad al ingresar o usar el simulador PhET?, ¿En caso de encontrar dificultad describa cual fue esta?, ¿Cómo se podría mejorar?

4. ¿Qué opinas del laboratorio virtual?, ¿Cómo podría mejorar?
5. ¿Qué tal te pareció la experiencia del experimento colectivo?
6. ¿En qué te ayudó el experimento colectivo?
7. ¿Cuál es tu opinión sobre la implementación metodológica de aula invertida?
8. ¿Considera que el uso de la metodología invertida facilita la adquisición de los conceptos básicos del péndulo simple?, ¿Por qué?
9. ¿Mejoró tu aprendizaje con la implementación metodológica del aula invertida?, ¿Por qué?, ¿Qué es lo que más te gustó?, ¿menos te gustó?
10. ¿Recomendaría la implementación metodológica del aula invertida para la enseñanza-aprendizaje de la física?, ¿Por qué?

Anexo 3: Experimento Colectivo



Ilustración 1: Correcciones de los valores del periodo calculados en la etapa del antes y comparando con valores teóricos del periodo.



Ilustración 2: Construcción de la gráfica para el análisis de la relación entre la longitud y el periodo, versus la longitud y el periodo al cuadrado



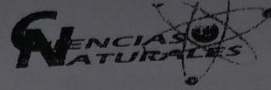
Ilustración 3: Muestra la relación la longitud y el periodo, una gráfica con aspecto creciente.



Ilustración 4: Muestra la relación de la longitud y el periodo al cuadrado, una gráfica lineal de donde se obtiene el valor de la pendiente de la recta tangente.



Universidad Pedagógica Nacional Francisco Morazán
 Facultad de Ciencia y Tecnología
 Departamento de Ciencias Naturales
 Laboratorio de Física
 Lista de Asistencia



Nombre del Docente: Merly Domínguez (Ramón García) Fecha: 7/Marzo/2019
 Espacio Formativo: Física II Sección: B Horario: 2:00-4:00
 Nombre de la Práctica: Péndulo Simple mediante el experimento colectivo

Nº	Nombre del Estudiante	Registro	Firma del Estudiante
1	Yolani Marlbeiy Marcada Varela	0801-1998-116910	[Firma]
2	Helen Cecilia Mendoza Suarez	0702-1996-00099	[Firma]
3	Luis Orlando González	702-1998-00027	[Firma]
4	Franklin Sosid Banegas Cruz	0805-1998-00033	[Firma]
5	Marlon Xavier Salcedo M.	703-1987-03499	[Firma]
6	Mario Enrique Sierra Roque	0801197102883	[Firma]
7	Bryan Dassoer Chávez Molina	0801-1989-13373	[Firma]
8	Mónica Marissa Aguilar Lora	704-1997-00111	[Firma]
9	Said Irias Lopez	0801-1990-15657	[Firma]
10	Oscar Dormes	712-1996-00166	[Firma]
11	Stephanie Sanchez	1503-1998-00406	[Firma]
12	Kelym Sojey García Montalaram	1701-1996-00769	[Firma]
13	Delma Tatiana Oyuela Flores	807-1998-00077	[Firma]
14	Daniel Isaac Sabillín Buitilla	501-1994-00020	[Firma]
15	Rossely Jaquelin Gonzales	1301-1993-00585	[Firma]
16	Ayme Nicole Domca Flores	703-1996-01667	[Firma]
17	Karen Jolissa Rodríguez Meliú	0806-1994-00643	[Firma]
18	Yaura Melissa Díaz Padilla	1501-1996-00020	[Firma]
19	Barbara Nicole Rodríguez Gaméz	0806-1998-00380	[Firma]
20	Mayra Alejandra Dubón Dubón	0801-1997-18065	[Firma]
21	Guib David Darquín Izaguirre	704-1998-01227	[Firma]
22	Lidia Maritza Buezo Mencia	01312-1988-00103	[Firma]
23	Elsa Aracely Borjas Velasquez		N.S.P.
24	Saily Jasmín Padilla Lopez	824-1996-00474	[Firma]
25			
26			
27			
28			
29			
30			

“2018, año del fortalecimiento de la calidad, equidade y pertinência en la UPNFM”

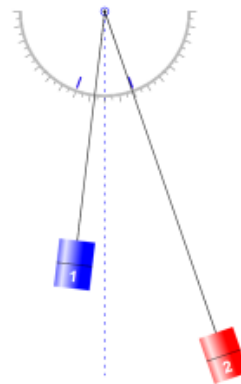
Anexo 4: **Proceso de Validación**

Este proceso se llevó a cabo utilizando la técnica de IP, mediante el uso de tarjeta con código bidi, que por medio del teléfono celular es digitalizado, obteniendo las respuestas de forma inmediata.

Las preguntas que fueron validas son las del Test-conceptual tomadas a partir de las preguntas tipo clickers usadas para evaluar el simulador PhET del péndulo simple, de la Universidad de Colorado, Estados Unidos, las cuales son:

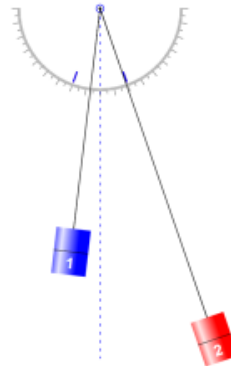
De qué depende el movimiento del péndulo si es lanzado con el mismo ángulo

- A** de su masa
- B** de su longitud
- C** de A y B
- D** No tengo opinión



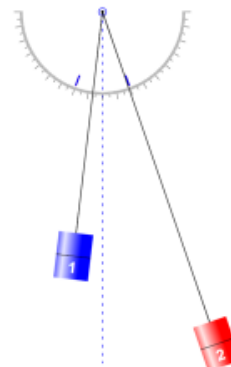
¿Cuál se mueve más rápido?

- A** va a la misma rapidez
- B** 1 va más rápido
- C** 2 va más rápido
- D** No tengo opinión



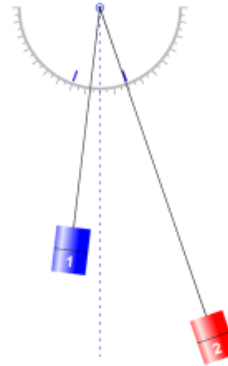
¿Cuál es su opinión sobre el periodo?

- A** 1 tiene mayor periodo
- B** 2 tiene mayor periodo
- C** ambos tienen igual periodo
- D** No tengo opinión



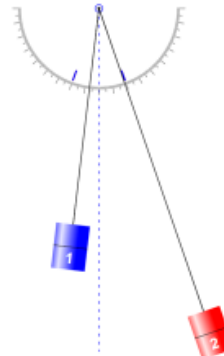
¿Cuál es su opinión sobre la frecuencia?

- A** 1 tiene mayor frecuencia
- B** 2 tiene mayor frecuencia
- C** tiene la misma frecuencia
- D** No tengo opinión



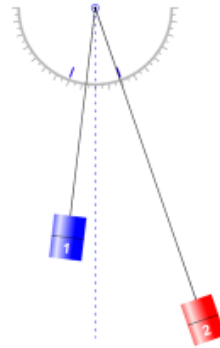
¿Cuál es su opinión sobre la frecuencia?

- A** 1 tiene mayor frecuencia
- B** 2 tiene mayor frecuencia
- C** tiene la misma frecuencia
- D** No tengo opinión



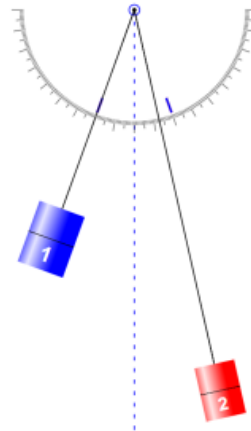
¿Cuál se detendrá primero?

- A al mismo tiempo
- B 1 se detendrá primero
- C 2 se detendrá primero
- D No tengo opinión



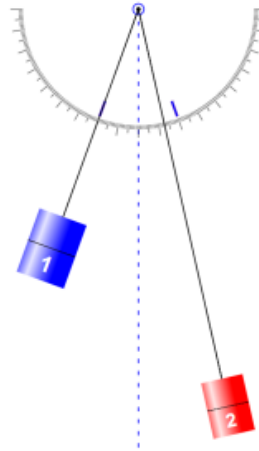
Observando su masa, quién tendrá mayor Energía cinética (E_c)

- A Tiene la misma E_c
- B 1 tiene mayor E_c
- C 2 tiene mayor E_c
- D No tengo opinión



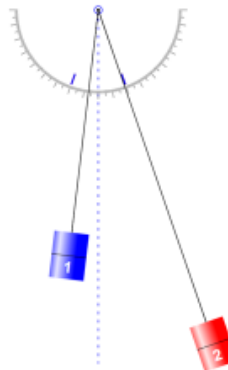
Observando su masa, quién tendrá mayor Energía cinética (E_c)

- A Tiene la misma E_c .
- B 1 tiene mayor E_c .
- C 2 tiene mayor E_c .
- D No tengo opinión



¿En qué punto tiene mayor Energía potencial gravitacional?

- A en los extremos
- B en medio
- C en toda la trayectoria
- D No tengo opinión



¿En qué punto tiene mayor Energía cinética?

- A** en los extremos
- B** en medio
- C** en toda la trayectoria
- D** No tengo opinión

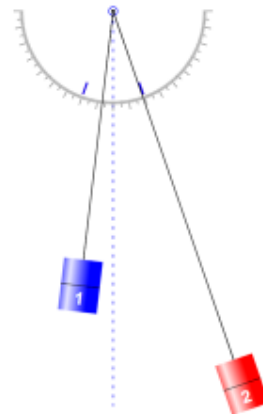




Ilustración 5: Proceso de validación de las preguntas del Test-conceptual en formato de preguntas clickers con estudiantes de taller de cualitativa I periodo 2019.



Universidad Pedagógica Nacional
Francisco Morazán
Departamento
de Ciencias Naturales
Facultad de Ciencia y Tecnología
CONTROL DE ASISTENCIA

Asignatura: Física II Sección: B
Catedrático: Hector Pineda. Fecha: 15-06-2018

N°	Registro	Nombre	Firma
1	0708-1995-00200	Carlos Guillermo Perez Ponce	
2	0708-1995-00675	Arismendi Zúñiga Canales	
3	0501-1998-08195	Maria Fernanda Madrid Ohara	Maria F. Madrid
4	811-1995-00008	Leonel Enrique Ramos Arceago	
5	801-1996-10230	Jeimy Asely Espinosa	Jeimy Espinosa
6	010691999-00109	Patricia Santos Puerto	Patricia S.
7	0824 1997 00177	Kevin Darío Nuñez	Kevin Nuñez
8	801-1993-18752	Cesar Johan Lara Hernandez	Juan H.
9	01061996 00745	Gerson Isaac Vasquez	
10	17041994 00134	Olman Javier Turcios	
11	717-1996-00160	Oscar Dormes	
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
25			
26			
27			
28			
29			
30			