Impact of the flipped classroom model on academic performance in university-level Basic Physics

Impacto del modelo de aula invertida en el rendimiento académico en Física Básica a nivel universitario

Autores:

Rodríguez-Jiménez, Franmis José
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SANTO DOMINGO
Lic. en Educación mención Matemáticas, Máster en Didáctica de las Matemáticas,
Postgrado en Física, Doctorado en Educación
Docente-Investigador del Instituto de Física en la Línea Física Educativa
Santo Domingo – República Dominicana
frodriguez49@uasd.edu.do
https://orcid.org/0000-0003-3801-6115

Montero-Lebrón, Erika Alexandra
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SANTO DOMINGO
Lic. en Física, Máster en Nanociencias, Postgrado en Currículum,
Doctoranda en Ciencias en Física Educativa
Docente-Investigadora del Instituto de Física en la Línea Física Educativa
Santo Domingo – República Dominicana
emontero74@uasd.edu.do
https://orcid.org/0000-0002-0029-7292

De la Cruz-Holguín, Frank Félix
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SANTO DOMINGO
Lic. en Educación mención Matemática y Física, Maestrando en Física
Santo Domingo – República Dominicana
frankfelix.dh@gmail.com
https://orcid.org/0009-0002-8941-3276

Sánchez-Sánchez, Gerhard José
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SANTO DOMINGO
Ingeniero Electromecánico mención Electrónica, Maestrando en Física
Docente Escuela de Física
Santo Domingo – República Dominicana
gsanchez77@uasd.edu.do
https://orcid.org/0009-0006-5111-8078

Fechas de recepción: 12-MAY-2025 aceptación: 12-JUN-2025 publicación: 30-JUN-2025

https://orcid.org/0000-0002-8695-5005
http://mqrinvestigar.com/

Resumen

Uno de los modelos pedagógicos con mayor impacto en el rendimiento académico es el aula invertida, que promueve el estudio de contenidos fuera del aula y la aplicación práctica en clase, guiada por el docente. El objetivo fue implementar una propuesta de intervención basada en esta metodología para evaluar su impacto en el rendimiento académico del estudiantado de Física Básica de la UASD. Se utilizó un diseño cuasiexperimental y cuantitativo con 223 estudiantes, divididos en grupo experimental (GE, n = 108) que trabajó con aula invertida, y grupo de control (GC, n = 115) con enseñanza tradicional. Se aplicaron pruebas estandarizadas antes y después de la intervención. La prueba U de Mann-Whitney mostró que el GC tuvo un mejor desempeño inicial ($p = 0.049$, rangos promedios: GC = 120.20, GE = 103.26), sin embargo, al finalizar el proceso el GE lo superó, pese a que no hubo diferencias estadísticamente significativas en el post-test ($p = 0.262$, rangos promedios: GC = 107.31, GE = 116.99), comprobando que el GE mejoró su rendimiento, mientras que el GC lo disminuyó. El factor de ganancia de Hake fue mayor en el GE ($g = 0.19$) frente al GC ($g = 0.11$), lo que evidencia una mejora relativa más notable en quienes trabajaron bajo el enfoque invertido. Se concluye que el aula invertida favorece el aprendizaje de la Física, compensa desventajas iniciales y fomenta un aprendizaje activo. Se recomienda replicar esta experiencia en otros contextos para evaluar su efecto en variables como motivación y autorregulación.

Palabras clave: Aula invertida; Física educativa; Rendimiento académico; Innovación pedagógica; Educación superior

Abstract

One of the pedagogical models with the greatest impact on academic performance is the flipped classroom, which promotes the study of content outside the classroom and its practical application during class time, guided by the teacher. The objective of this study was to implement an intervention based on this methodology to assess its impact on the academic performance of students in Basic Physics at UASD. A quantitative, quasi-experimental design was used, involving 223 students divided into an experimental group (EG, n = 108), which worked with the flipped classroom model, and a control group (CG, n = 115), which followed traditional instruction. Standardized pre and post-tests were administered. The Mann–Whitney U test showed that the CG had better initial performance (p = 0.049, mean ranks: CG = 120.20, EG = 103.26); however, by the end of the intervention, the EG outperformed the CG, even though the post-test differences were not statistically significant (p = 0.262, mean ranks: CG = 107.31, EG = 116.99). This result indicates that the EG improved its performance, while the CG's performance declined. The Hake gain factor was higher in the EG (g = 0.19) compared to the CG (g = 0.11), indicating a relatively greater improvement among those who learned through the flipped approach. It is concluded that the flipped classroom supports Physics learning, compensates for initial disadvantages, and fosters active learning. It is recommended that this experience be replicated in other contexts to evaluate its effect on variables such as motivation and self-regulation.

Keywords: Flipped classroom; Physics education; Academic performance; Pedagogical innovation; Higher education

Introducción

La enseñanza de la física a nivel superior continúa siendo un desafío pedagógico, particularmente por el carácter abstracto de sus conceptos y la dificultad que enfrenta el estudiantado para vincular la teoría con la práctica. Las metodologías tradicionales, centradas en clases magistrales, ejercicios repetitivos y la pasividad del alumnado, han mostrado limitaciones en cuanto a la motivación de los y las estudiantes, el desarrollo del pensamiento crítico y la mejora del rendimiento académico, no satisfaciendo las necesidades de la generación actual que demanda habilidades y competencias más allá de la memorización de datos e informaciones (Echeverría y Velasco, 2024). En respuesta a esta problemática, las metodologías activas han emergido como una alternativa viable para fomentar el aprendizaje profundo y significativo.

Entre estas metodologías, el modelo de aula invertida —o *flipped classroom*— ha cobrado especial relevancia. Este enfoque transforma el espacio de aprendizaje al trasladar la exposición de contenidos fuera del aula, usualmente mediante recursos digitales (videos, infografías, simulaciones, etc.), reservando el tiempo presencial para actividades prácticas, discusiones colaborativas y resolución de problemas bajo la guía del docente (González-Zamar y Abad-Segura, 2020; Rodríguez-Jiménez et al., 2024; Santiago y Bergmann, 2018). Su aplicación en el contexto de la educación superior, y particularmente en asignaturas como la física, ha generado creciente interés por su potencial para mejorar tanto el rendimiento como la actitud de los estudiantes frente al aprendizaje (Campoverde, 2023).

En tal sentido, el presente estudio se llevó a cabo con estudiantes de un curso de física introductoria en una universidad dominicana, con el propósito de analizar el impacto de la implementación del aula invertida sobre el rendimiento académico y la ganancia de aprendizaje, comparando un grupo experimental y un grupo de control instruidos mediante estrategias diferenciadas. La importancia y justificación de este trabajo, se basa en aportar evidencia empírica desde un contexto latinoamericano sobre la efectividad del modelo invertido en la enseñanza de la física, y reflexionar sobre sus implicaciones pedagógicas a la luz de la teoría y la experiencia investigativa previa.

Conceptualizaciones y fundamentos del modelo de aula invertida

El modelo de aula invertida está fundamentado en los principios del socioconstructivismo de Piaget y Vygotsky, el aprendizaje significativo de Ausubel, así como en los postulados del aprendizaje cooperativo y colaborativo, guardando estrecha relación con el aprendizaje entre pares y apoyado en las teorías conectivistas de Siemens (Castillo et al., 2023; Douieb, 2021). Todas estas teorías y enfoques coinciden en explicar que el conocimiento se construye activamente cuando el estudiantado relaciona los nuevos contenidos con sus conocimientos previos, en un mundo donde la humanidad vive conectada y se ha hecho dependiente de la tecnología. A diferencia del enfoque tradicional, que posiciona al docente como emisor del saber y a los/las estudiantes como receptores pasivos, el aula invertida promueve una dinámica centrada en el alumnado, donde este asume un rol activo y autónomo en su proceso de aprendizaje, que, como bien señalan Santiago y Bergmann (2018), este proceso "ya no se reduce a una mera transmisión de datos, sino a una misión puramente creativa" (p. 19).

Aunque existen antecedentes que datan de finales del siglo XX, la mayor referencia como pioneros en la conceptualización y desarrollo del modelo se hace a Bergmann y Sams (2012, 2014), quienes explican que el aula invertida permite que los contenidos sean asimilados fuera del aula mediante el uso de videos, lecturas, podcasts u otros recursos digitales, dejando mayor tiempo de clase para la interacción grupal, la discusión guiada, la resolución de problemas y la retroalimentación oportuna por parte del profesorado, generando así un entorno propicio para el desarrollo de habilidades cognitivas superiores, agotando para ello tres fases fundamentales: el antes, el durante y el después de la clase (Rodríguez-Jiménez et al., 2024).

Tratando sobre estas fases o etapas, Villaba et al. (2018), las argumentan en la forma siguiente:

- *Antes de la clase:* Esta etapa corresponde al momento previo a la instrucción, en el cual se definen con claridad los objetivos de aprendizaje, los contenidos a abordar, así como las actividades que se llevarán a cabo tanto en el aula como fuera de ella. Asimismo, se planifican las estrategias de evaluación y se seleccionan o diseñan los recursos digitales que facilitarán la experiencia formativa. Todo este proceso permite establecer una base estructurada para el desarrollo de la clase y responde a una planificación pedagógica intencionada.

- *Durante la clase:* Corresponde al momento de interacción pedagógica directa, caracterizado por el desarrollo compartido del conocimiento entre el estudiantado y el profesorado. Aquí, el docente ejerce un papel clave como mediador y guía, resolviendo inquietudes, profundizando en los contenidos y afianzando el aprendizaje, todo ello desde una perspectiva dialógica que reconoce los saberes previos del estudiantado. En este espacio, la retroalimentación oportuna y la evaluación formativa se convierten en herramientas esenciales para enriquecer el proceso educativo de manera continua.
- *Después de la clase:* Esta fase, identificada como el momento posterior a la instrucción, se orienta hacia la reflexión crítica del aprendizaje alcanzado. El énfasis está puesto en la capacidad del estudiante para autorregular su proceso formativo, comparando lo logrado con las metas propuestas. Además, se promueve el desarrollo de habilidades metacognitivas que le permitan identificar sus avances y asumir con responsabilidad los compromisos necesarios para aplicar y transferir lo aprendido a nuevos contextos.

Es importante señalar que, el éxito de este enfoque va a depender de varios factores: una planificación didáctica coherente, recursos accesibles y motivadores, la capacitación docente en el uso de tecnologías educativas y estrategias de evaluación formativa. Además, requiere de un proceso de transición en el que se apoye al estudiantado para adaptarse a un modelo que exige mayor autonomía y compromiso, rompiendo así con viejos esquemas a los cuales la comunidad educativa está acostumbrada.

En el caso específico de la enseñanza de la física, el aula invertida representa una oportunidad para superar la visión mecanicista y memorística que históricamente ha caracterizado a esta disciplina. Diversos estudios han resaltado su potencial para favorecer la comprensión conceptual, la integración teoría-práctica y el aprendizaje colaborativo, al facilitar una participación más activa del estudiante y una mediación más efectiva por parte del docente (Muñoz-Jiménez y Tamayo-Ancona, 2023; Ochoa-Saez, 2024; Silva et al., 2021; Villena-Jaitia, 2021).

Revisión de literatura: evidencias del impacto del aula invertida

Distintas investigaciones en diferentes contextos han explorado los efectos del aula invertida en el aprendizaje de la física, reportando resultados consistentes en términos de mejora del rendimiento académico, mayor motivación y desarrollo de habilidades superiores. Uno de

estos estudios lo realizó Villena-Jaitia (2021), quien implementó esta metodología en la enseñanza de las Leyes de Newton a nivel universitario, encontrando una mejora estadísticamente significativa en los resultados del grupo experimental respecto al grupo de control. De forma similar, la investigación de Ochoa-Sáez (2024) mostró que los estudiantes que trabajaron bajo el modelo invertido en sus clases de física obtuvieron mejores calificaciones y participaron de manera más activa, destacando el valor del acompañamiento docente y del uso de recursos interactivos.

Una revisión sistemática realizada por Muñoz-Jiménez y Tamayo-Ancona (2023), sobre los efectos del aula invertida en el rendimiento académico en clases de física, evidenció que esta metodología produce una mayor ganancia de aprendizaje en el alumnado que toma sus clases de física en comparación con aquellos que la toman bajo el método tradicional de enseñanza, a la vez que contribuye a mejoras en la motivación, la comprensión de conceptos, habilidades tecnológicas y el aprendizaje autónomo, concluyendo que "el aula invertida mejora significativamente el rendimiento académico en los cursos de Física" (p. 2). Esta conclusión es respaldada por estudios como los de Rodríguez-Jiménez et al. (2021), quienes encontraron que los estudiantes se mostraron más comprometidos, aumentaron su rendimiento y mejoraron su actitud hacia la asignatura; en consonancia además con las conclusiones de Pumacayo-Sánchez et al. (2022), quienes refieren la incidencia favorable del modelo en el desarrollo del aprendizaje autónomo en el estudiantado de química, física y biología.

Además, otros estudios enfatizan los beneficios del modelo en términos de temporalidad. La investigación de Ilquimiche-Melly (2019), destaca que la implementación del aula invertida en Física Molecular, genera que los conocimientos y habilidades logrados por el alumnado tengan más perdurabilidad, proporcionando "un rendimiento altamente mejorado en los aspectos cognitivos y volitivos dentro del plano conceptual, procedimental y actitudinal" (p. 10). No obstante, también se identifican desafíos. Campoverde (2023), advierte que el éxito del modelo para enseñar y aprender física depende en gran medida de la motivación del estudiante para prepararse antes de clase y de la capacidad del docente para gestionar un entorno de aprendizaje activo, contrastando la desmotivación que muestra el estudiantado en sus clases tradicionales. Pérez-Collantes et al. (2022), también mencionan en las limitaciones de su implementación en las clases de física a nivel superior, elementos como: el tiempo que

se debe dedicar a grabar los videos, lograr que los alumnos se motiven y asuman el compromiso, así como acostumbrarse a trabajar en forma colaborativa con sus compañeros.

Material y métodos

Diseño del estudio

La investigación adoptó un enfoque cuantitativo, con diseño cuasi-experimental y comparación de grupos, con pre-test y post-test, como lo recomiendan algunos autores para este tipo de estudios (Hernández-Sampieri y Mendoza, 2018). Se llevó a cabo durante el semestre académico 2024-20, con alumnos que cursaban la asignatura de Física Básica en la Universidad Autónoma de Santo Domingo (UASD), tanto en el Recinto San Francisco de Macorís como en su Sede central.

Participantes

La muestra estuvo compuesta por 223 estudiantes. De estos, 108 conformaron el grupo experimental (GE), instruidos mediante aula invertida (48.5%), mientras que 115 integraron el grupo de control (GC) bajo metodología tradicional (51.5%) (ver Tabla 1). Los grupos fueron asignados de manera no aleatoria, ya que correspondían a secciones previamente establecidas (grupos intactos). Ambos grupos presentaron mayoría femenina, aunque ligeramente superior en el grupo tradicional (77.4% vs. 73.1%). La mayoría de estudiantes tiene 20 años o menos, aunque el grupo tradicional tiene más alumnos entre 21 y 30 años.

Tabla 1

Distribución de la muestra definitiva de los grupos en comparación según recinto y modalidad

Modalidad	UASD-SFM		UASD-SEDE		Total	
	N	%	N	%	N	%
Aula invertida (GE)	57	25.6	51	22.9	108	48.5
Metodología tradicional (GC)	81	36.3	34	15.2	115	51.5
Total	138	61.9	85	38.1	223	100

Fuente: elaboración propia

Procedimiento

La intervención tuvo una duración de 12 semanas. Las dos primeras se dedicaron a la realización de talleres para familiarizar al estudiantado del GE con el uso de la plataforma Classroom y Edpuzzle, que fueron enlazadas mediante la plataforma de UASD-Virtual, así como con los lineamientos metodológicos del modelo invertido. En la tercera semana se aplicó la prueba diagnóstica (pre-test) a ambos grupos. Posteriormente, se desarrollaron ocho sesiones de clases (una sesión por semana), en las que el GE trabajó mediante aula invertida, mientras que el GC siguió una enseñanza tradicional. En la semana doce se aplicó la prueba final (post-test) a ambos grupos.

Diseño instruccional

La planificación de la clase para el GE se hizo partiendo del diseño instruccional ADDIE combinado con el modelo invertido, considerando sus cinco fases:

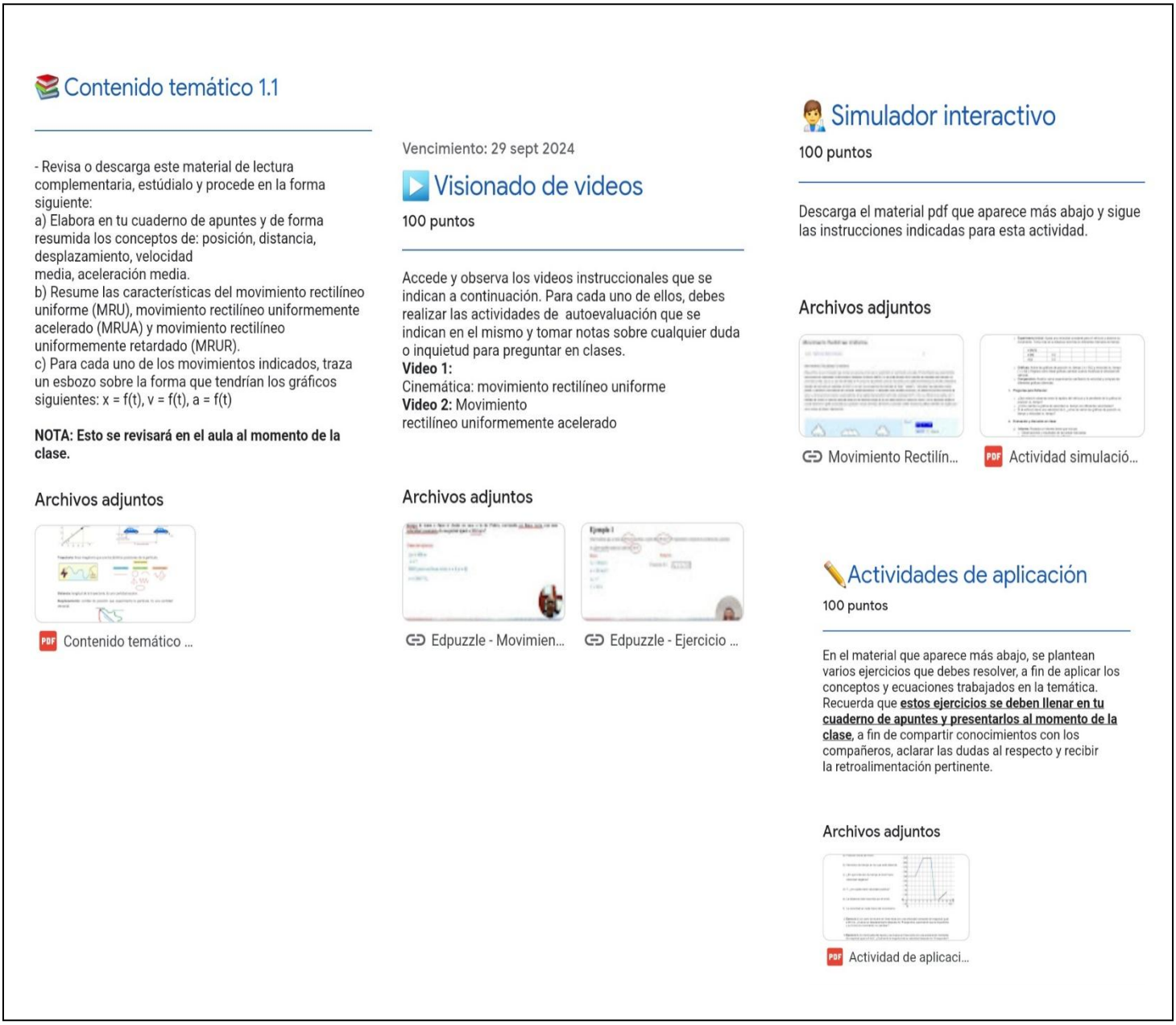
1. ***A = Análisis*** (identificación de necesidades, recursos, programa de la asignatura); ***D = Diseño*** (considerando los contenidos a trabajar [Cinemática, Dinámica, Trabajo y Energía], las competencias, los resultados de aprendizaje y los objetivos específicos); ***D = Desarrollo*** (preparación del entorno de clases, tanto presencial como virtual, elaboración y edición de videolecciones, infografías, actividades de simulaciones y animaciones, ejercicios de aplicación y talleres, a fin de diseñar los tres momentos clave: antes, durante y después de clases). Para el entorno digital, se utilizó la plataforma de UASD-Virtual en Moodle, a partir de la cual se enlazaron las plataformas Classroom y Edpuzzle. La aplicación Canva se utilizó para la creación de infografías y diapositivas, los videos se grabaron con la aplicación Loom y otros con PowerPoint, se cargaron a YouTube, se editaron las preguntas con Edpuzzle para convertirlos en videolecciones y desde allí se enlazaron a Classroom. Para *antes de la clase*, se prepararon cuatro actividades: a) estudio del contenido temático con informe de lectura (1 por cada sesión); b) visionado de videos autoevaluativos (19 en total); c) actividad de simulación; y d) ejercicios de aplicación (1 por cada sesión) (véase capturas contenidas la Figura 1). *Durante la clase:* presentación de informe de lectura, de las prácticas simuladas y los ejercicios, con comentarios sobre el tema, aclaración de dudas de tipo conceptual y procedimental por parte del docente, así como talleres colaborativos en grupos de alumnos (véase imágenes en la Figura 2).

2. ***I* = *Implementación*** (se elaboró el cronograma de ejecución, que incluía talleres con alumnos, aplicación de pruebas y ejecución de la experiencia);
3. ***E* = *Evaluación*** (mediante videos autoevaluativos, rúbricas y exámenes).

El GC trabajó con clases magistrales tradicionales, agotando sus tres momentos: inicio, desarrollo y cierre.

Figura 1

Capturas que muestran las cuatro actividades realizadas por los alumnos antes de las clases



Fuente: elaboración propia con capturas desde Classroom

Figura 2

Capturas que muestran a docentes aclarando dudas, talleres colaborativos con alumnos y toma de exámenes

Fuente: elaboración propia

Instrumento

Para medir el rendimiento académico y con fines comparativos se empleó una prueba de conocimientos elaborada por el Instituto de Física de la UASD, diseñada con el software *Auto Multiple Choice,* de la autoría de Bienvenüe (2008, 2021), que permite aleatorización y corrección automática. La confiabilidad del instrumento se comprobó mediante dos procedimientos: el coeficiente alfa de Cronbach (α = 0.769) y la prueba de dos mitades de Guttman (0.816), valores considerados adecuados para una buena consistencia interna (ver Tabla 2).

Tabla 2

Análisis de confiabilidad del test aplicado a los alumnos que cursan Física Básica

Estadísticas de fiabilidad			
Alfa de Cronbach	*Dos mitades* de Guttman	N elementos	N casos
0.769	0.816	30	223

Fuente: elaboración propia

Análisis de datos

Dado que la prueba de normalidad (Kolmogorov-Smirnov, con corrección de Lilliefors) aplicada a las puntuaciones obtenidas indicó una distribución no normal ($p < 0.000$), se optó por el uso de pruebas no paramétricas. En concreto, se empleó la prueba U de Mann-Whitney para comparar los puntajes obtenidos por los grupos experimental y de control, tanto en el pre-test como en el post-test, y se analizaron las diferencias en el porcentaje de aciertos por temática (Cinemática, Dinámica y Trabajo/energía) en el post-test. Además, se calculó la ganancia de aprendizaje mediante el Factor de Hake para cada grupo. El análisis de los datos se realizó con el paquete estadístico SPSS versión 25.

Resultados

Diferencias en las calificaciones de los alumnos: GE vs GC

Al comparar las calificaciones de ambos grupos de estudiantes en la prueba de conocimiento, se consideró el puntaje como un indicador de su rendimiento académico. Para los alumnos dentro de la *clase invertida* (grupo experimental), la calificación promedio en el pre-test alcanzó un puntaje de 9.47 ($DE = 3.35$), con calificación mínima de 2 puntos y máxima de 18 dentro de un puntaje máximo posible de 30 puntos; mientras que para el post-test la media fue de 13.28 ($DE = 4.63$), con mínimo de 4 y máximo 29 puntos, con una variación promedio de 3.81 puntos ($DE = 5.00$). Al calcular la variación de ambas calificaciones, puede observarse que los valores negativos corresponden a los que alcanzaron una nota menor en

el post-test; los positivos para los que aumentaron su puntaje y los cero para los que no variaron. En relación a los estudiantes dentro de la *clase tradicional* (grupo de control), la media en el pre-test fue de 10.50 puntos (*DE* = 3.63), con calificaciones mínima de 4 y máxima de 22; en tanto que para el post-test el puntaje promedio fue de 12.72 (*DE* = 4.99), con mínimo de 1 y máximo 28 puntos, representando una variación media de 2.22 (*DE* = 4.80). Al igual que en el grupo invertido, se verifican incrementos, descensos y valores neutrales en las calificaciones (véase la Tabla 3).

Tabla 3

Calificaciones obtenidas en el pre y post-test, según grupo en comparación

	Calificaciones en la clase invertida (GE)			**Calificaciones en la clase tradicional (GC)**		
N	Pre-test	Post-test	Variación	Pre-test	Post-test	Variación
1	8	9	1	10	9	-1
2	12	14	2	13	16	3
3	7	16	9	11	13	2
4	9	11	2	6	10	4
5	13	23	10	14	14	0
6	14	15	1	7	14	7
7	9	15	6	6	10	4
8	11	13	2	16	16	0
9	9	12	3	8	12	4
10	6	13	7	11	12	1
11	8	6	-2	9	4	-5
12	7	12	5	8	28	20
13	12	14	2	9	14	5
14	9	10	1	13	14	1
15	12	19	7	9	10	1
16	12	18	6	12	10	-2
17	13	17	4	10	10	0
18	16	18	2	5	10	5
19	5	12	7	6	6	0
20	8	12	4	16	17	1

21	9	11	2	7	10	3
22	9	11	2	10	11	1
23	6	9	3	16	22	6
24	10	13	3	11	14	3
25	8	21	13	6	9	3
26	8	11	3	14	12	-2
27	9	6	-3	4	6	2
28	6	9	3	9	14	5
29	15	21	6	13	14	1
30	6	9	3	13	15	2
31	7	9	2	11	14	3
32	9	13	4	14	7	-7
33	12	18	6	7	9	2
34	14	21	7	10	12	2
35	17	15	-2	5	9	4
36	9	12	3	7	7	0
37	14	9	-5	13	12	-1
38	6	10	4	9	12	3
39	10	16	6	13	16	3
40	17	18	1	13	8	-5
41	10	12	2	16	8	-8
42	10	16	6	19	20	1
43	14	13	-1	11	17	6
44	11	12	1	7	9	2
45	7	13	6	13	15	2
46	7	10	3	11	22	11
47	6	18	12	11	18	7
48	9	13	4	11	22	11
49	18	29	11	13	12	-1
50	8	6	-2	9	10	1
51	9	16	7	8	19	11
52	16	20	4	18	18	0
53	6	15	9	10	16	6

54	9	14	5	22	10	-12
55	10	4	-6	11	8	-3
56	6	11	5	14	21	7
57	11	9	-2	14	10	-4
58	12	17	5	10	7	-3
59	12	13	1	14	14	0
60	9	24	15	10	16	6
61	9	12	3	15	14	-1
62	9	7	-2	9	6	-3
63	10	6	-4	16	18	2
64	11	14	3	8	12	4
65	4	13	9	8	13	5
66	10	16	6	7	11	4
67	12	15	3	9	22	13
68	5	19	14	7	16	9
69	12	7	-5	7	15	8
70	9	11	2	16	22	6
71	5	18	13	11	12	1
72	13	9	-4	9	16	7
73	9	10	1	10	11	1
74	5	12	7	14	24	10
75	13	12	-1	10	8	-2
76	4	15	11	21	19	-2
77	15	13	-2	12	4	-8
78	7	6	-1	8	11	3
79	8	16	8	12	16	4
80	5	13	8	11	10	-1
81	13	17	4	11	15	4
82	8	20	12	11	18	7
83	12	16	4	19	11	-8
84	6	11	5	10	11	1
85	12	7	-5	7	10	3
86	4	16	12	14	13	-1

87	5	19	14	10	9	-1
88	15	13	-2	8	13	5
89	8	16	8	18	15	-3
90	9	9	0	13	11	-2
91	8	11	3	9	12	3
92	8	25	17	13	23	10
93	6	10	4	8	8	0
94	7	10	3	8	7	-1
95	10	15	5	12	22	10
96	2	10	8	13	19	6
97	11	6	-5	4	1	-3
98	8	6	-2	8	24	16
99	2	17	15	9	9	0
100	8	19	11	11	15	4
101	14	18	4	9	5	-4
102	9	7	-2	6	10	4
103	10	11	1	11	18	7
104	8	10	2	7	9	2
105	16	15	-1	10	13	3
106	12	5	-7	7	6	-1
107	11	13	2	7	9	2
108	5	12	7	4	7	3
109	-	-	-	6	8	2
110	-	-	-	8	10	2
111	-	-	-	5	5	0
112	-	-	-	6	9	3
113	-	-	-	9	12	3
114	-	-	-	9	14	5
115	-	-	-	12	8	-4
	Mín = 2	*Mín = 4*	*Mín = -7*	*Mín = 4*	*Mín = 1*	*Mín = -12*
	Máx = 18	*Máx = 29*	*Máx = 17*	*Máx = 22*	*Máx = 28*	*Máx = 20*
	M = 9.47	*M* = 13.28	*M* = 3.81	*M* = 10.50	*M* = 12.72	*M* = 2.22
	DE = 3.35	*DE* = 4.63	*DE* = 5.00	*DE* = 3.63	*DE* = 4.99	*DE* = 4.80

Fuente: elaboración propia, información obtenida de prueba de conocimiento (pre-test y post-test)

Notas: *Mín* = Mínimo; *Máx* = Máximo; *M* = Media; *DE* = Desviación estándar

Pruebas de normalidad y pruebas de hipótesis

Para verificar si las diferencias encontradas en las calificaciones de los grupos en comparación son estadísticamente significativas, fue necesario llevar a cabo pruebas de hipótesis. En este sentido, se plantearon hipótesis sobre comparación para muestras independientes (GE y GC), calculadas sobre el pre-test, y así verificar la condición inicial de ambos grupos; además sobre el post-test para constatar la condición final. Para elegir el estadístico pertinente, primero se realizaron pruebas de normalidad sobre la *variación* de las calificaciones, con el objetivo de determinar si dicho análisis correspondía o no a una prueba paramétrica.

A tal efecto, se contrastó la hipótesis de normalidad (H_0: *Los datos se distribuyen normalmente*), frente a la hipótesis alternativa (H_1: *Los datos no siguen una distribución normal*), mediante la prueba de Kormogorov-Smirnov, con corrección de significancia de Lilliefors para $\alpha = 0.05$ bilateral. Dado que el *p-valor* resultó menor que el nivel de significancia (0.000), se rechaza H_0, concluyendo que los datos no siguen una distribución normal (ver Tabla 4).

Tabla 4

Estadístico de prueba de normalidad. Variable: variación en calificación

Variable	*M*	*DE*	Kolmogorov-Smirnov[a] [b]	
			Z	p-valor*
Variación en la calificación (pre y post-test)	2.99	4.95	0.101	0.000

Fuente: elaboración propia

Notas: *M* = Media; *DE* = Desviación estándar; Z = estadístico de prueba

[a] Calculada sobre la Media

[b] Con corrección de significación de Lilliefors

* Nivel de significancia bilateral $\alpha = 0.05$

Una vez comprobado que los datos no siguen una distribución normal, se utilizó la prueba no paramétrica U de Mann-Whitney, planteando la hipótesis de prueba (H_0: *No existen*

diferencias significativas en el rendimiento académico (calificaciones) de los alumnos que cursaron Física Básica con el modelo de aula invertida y los que lo hicieron bajo metodología tradicional) y la hipótesis alternativa (H_1: *Existen diferencias significativas en el rendimiento académico (calificaciones) de los alumnos que cursaron Física Básica con el modelo de aula invertida y los que lo hicieron bajo metodología tradicional).*

Al llevar a cabo la prueba para muestras independientes, los resultados evidenciaron *una diferencia estadísticamente significativa* en las calificaciones de los grupos en comparación en el pre-test ($p < 0.05$), ya que el grupo de control (tradicional) tenía mejor rendimiento inicial que el experimental (invertido), debido a que su rango promedio fue mayor (GE = 103.26; GC = 120.20), indicando que *los grupos no eran equivalentes al inicio* de la intervención (el GC partía con ventaja). Sin embargo, *no se encontraron diferencias estadísticamente significativas* entre los grupos en el post-test ($p > 0.05$), pero se resalta que el *GE alcanzó un mayor rango promedio* (GE = 116.99; GC = 107.31), lo que sugiere una mejoría relativa respecto al GC, es decir, se nota un cambio positivo en el grupo experimental (ver Tabla 5 y Figura 3).

Tabla 5

Estadístico de prueba de diferencia en rendimiento académico según modelo educativo (rango promedio)

Modelo educativo	*N*	*Prueba*	*Rango promedio*	*Suma de rangos*	*U de Mann-Whitney*	*Z*	*p-valor**
Invertido	108	Pre-test	103.26	11,152.50	5,266.50	-1.968	**0.049**
Tradicional	115		120.20	13,823.50			
Invertido	108	Post-test	116.99	12,635.00	5,671.00	-1.122	0.262
Tradicional	115		107.31	12,341.00			

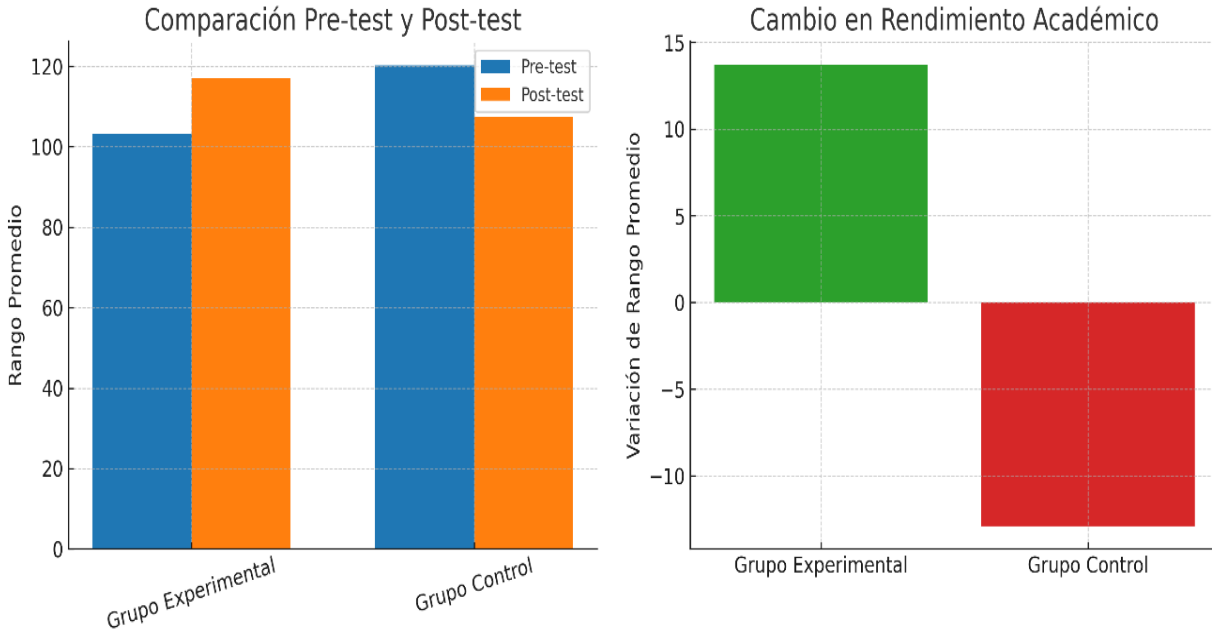
Fuente: elaboración propia

Notas: *N* = Muestra; Z = estadístico de prueba;

* Nivel de significancia bilateral $\alpha = 0.05$

Figura 3

Gráficos comparativos de diferencia en el rango promedio, según modelo educativo y tipo de examen



Fuente: elaboración propia

Además se utilizó la prueba U de Mann-Whitney, planteando la hipótesis de prueba (H_0: *No existen diferencias significativas en el porcentaje de acierto alcanzado por los alumnos en las temáticas abordadas en Física Básica con el modelo de aula invertida y los que lo hicieron bajo metodología tradicional*) y la hipótesis alternativa (H_1: *Existen diferencias significativas en el porcentaje de acierto alcanzado por los alumnos en las temáticas abordadas en Física Básica con el modelo de aula invertida y los que lo hicieron bajo metodología tradicional).*

Al llevar a cabo la prueba para muestras independientes, *no se encontraron diferencias estadísticamente significativas* entre los grupos en el post-test ($p > 0.05$), en ninguna de las temáticas o unidades didácticas abordadas, aunque el *GE alcanzó un mayor rango promedio en cada una* (Cinemática: GE = 117.18; GC = 107.13), (Dinámica: GE = 114.93; GC =

108.25), (Trabajo y Energía: GE = 115.93; GC = 108.31), lo que sugiere una mejoría relativa respecto al GC (ver Tabla 6).

Tabla 6

Estadístico de prueba de diferencia en porcentaje de acierto según modelo educativo (rango promedio, post-test)

Modelo educativo	*N*	*Temática o unidad didáctica*	*Rango promedio*	*Suma de rangos*	*U de Mann-Whitney*	*Z*	*p-valor**
Invertido	108	Cinemática	117.18	12,655.50	5,650.50	-1.179	0.239
Tradicional	115		107.13	12,320.50			
Invertido	108	Dinámica (Leyes	114.93	12,412.00	5,786.00	-0.782	0.434
Tradicional	115	de Newton)	108.25	12,341.00			
Invertido	108	Trabajo y Energía	115.93	12,520.50	5,785.50	-0.899	0.368
Tradicional	115		108.31	12,455.50			

Fuente: elaboración propia

Notas: *N* = Muestra; Z = estadístico de prueba;

* Nivel de significancia bilateral $\alpha = 0.05$

Ganancia de aprendizaje según grupo en comparación

Se procedió a calcular la ganancia de aprendizaje en cada grupo, a fin de observar las diferencias en torno a la misma. En tal sentido, los cálculos del Factor de Hake, considerando el promedio de calificaciones en el pre-test y en el post-test, así como la calificación máxima a alcanzar, muestran los siguientes resultados:

Para el grupo experimental (aula invertida): Pre-test: 9.47; Post-test: 13.28; Máximo: 30

$$Hake_{GE} = \frac{13.28 - 9.47}{30 - 9.47} = \frac{3.81}{20.53} = 0.19$$

Para el grupo de control (tradicional): Pre-test: 10.50; Post-test: 12.72; Máximo: 30

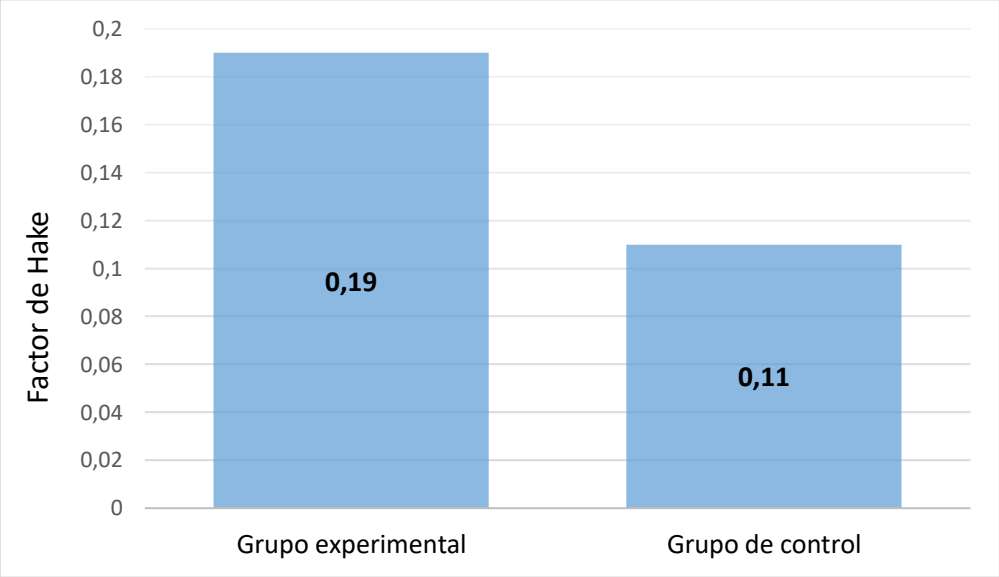
$$Hake_{GC} = \frac{12.72 - 10.50}{30 - 10.50} = \frac{2.22}{19.50} = 0.11$$

Esto muestra que el *grupo experimental logró una ganancia de aprendizaje mayor* que el grupo de control (GE = 0.19; GC = 0.11). Aunque ambos grupos mejoraron, la mejora relativa fue más notable en el grupo con metodología invertida.

La Figura 4 muestra una mejor ilustración para fines comparativos.

Figura 4

Factor de Hake para ganancia de aprendizaje según grupo en comparación



Fuente: elaboración propia

Discusión

Al tenor del propósito de la presente investigación, los resultados obtenidos en la misma permiten analizar el impacto del modelo de aula invertida en el aprendizaje de los estudiantes universitarios en la asignatura de Física Básica. Un aspecto importante a resaltar, es el hecho de que si bien el grupo experimental (GE) comenzó con un rendimiento inferior al grupo de control (GC), como lo evidencia el pre-test (GE: M = 9.47; GC: M = 10.50), al finalizar la intervención se observa una mejora significativa en el GE (M = 13.28), superando al GC (M = 12.72), aunque esta diferencia no fue estadísticamente significativa en el post-test. No obstante, el aumento del rango promedio del GE en la prueba U de Mann-Whitney (de 103.26

a 116.99) y la disminución en el GC (de 120.20 a 107.31) sugiere una tendencia positiva a favor de la metodología invertida.

Estos hallazgos coinciden con múltiples estudios previos que resaltan el potencial del aula invertida para mejorar el rendimiento académico en ciencias. Por ejemplo, investigaciones como las de Bermang y Santiago (2021) y Ochoa Sáez (2024), las cuales destacan que la implicación activa del estudiante en el proceso de aprendizaje y la dedicación de la clase presencial a resolver dudas y problemas, permite consolidar mejor los conocimientos adquiridos previamente en casa. Asimismo, la presente investigación refuerza a otros estudios como el de Villena-Jaitia (2021), donde se evidencian mejoras y diferencias significativas entre los grupos de alumnos en los temas de las Leyes de Newton a nivel universitario, temática esta que fue abordada en el presente trabajo.

Por otro lado, es importante destacar que, al analizar los resultados por temática (Cinemática, Dinámica y Trabajo-Energía), el GE obtuvo mayores rangos promedio en cada área, aunque sin alcanzar significancia estadística. Este patrón sugiere que el enfoque invertido tiene un efecto uniforme y favorable en diversas unidades temáticas del curso, lo cual concuerda con los planteamientos de otros autores que han investigado y tenido experiencia con el modelo (Ilquimiche-Melly, 2019; Pumacayo-Sánchez et al., 2022; Villena-Jaitia, 2021), quienes refieren su favorabilidad para el desarrollo del aprendizaje autónomo y la perdurabilidad de los conocimientos logrados.

Otro punto de interés de este estudio, fue analizar la ganancia de aprendizaje de los grupos en comparación. En ese tenor, el análisis del *Factor de Hake* refuerza la interpretación señalada en el párrafo anterior. Aunque modesto, el GE alcanzó una ganancia de aprendizaje mayor (0.19 frente a 0.11 en el GC), lo que sugiere una mayor efectividad del enfoque invertido para promover el aprendizaje significativo. Este hallazgo está en consonancia con lo reportado por autores como Muñoz-Jiménez y Tamayo-Ancona (2023), al asegurar que esta metodología produce una mayor ganancia de aprendizaje en el alumnado que toma sus clases de Física en comparación con aquellos que la toman bajo el método tradicional de enseñanza.

En términos generales, el análisis de estos resultados permite afirmar que, aunque los efectos del aula invertida aún deben explorarse con mayor profundidad y en diversos contextos, esta

metodología ofrece ventajas concretas sobre el enfoque tradicional, particularmente en lo relativo a la participación activa y la mejora progresiva del rendimiento académico en el área de física. Por tanto, sería recomendable su implementación gradual en otras asignaturas de física, así como en otros cursos de ciencias básicas (química, biología, matemática), considerando los desafíos logísticos y pedagógicos que conlleva su aplicación efectiva.

Conclusiones

Los resultados obtenidos en esta investigación, así como el análisis de los mismos, permiten concluir que la implementación del modelo de aula invertida en la enseñanza de la Física Básica a nivel universitario, tiene un efecto positivo en el rendimiento académico de los estudiantes, particularmente en aquellos que inicialmente presentan un nivel más bajo de desempeño. Aunque las diferencias entre el grupo experimental y el grupo de control no fueron estadísticamente significativas en el post-test, sí se evidenció una mejora notable en el grupo que trabajó con el enfoque invertido, tanto en términos de media de calificaciones como en el análisis del rango promedio, la ganancia de aprendizaje (Factor de Hake) y los puntajes por temática.

En tal sentido, estos resultados respaldan el potencial del aula invertida para favorecer aprendizajes más activos, significativos y sostenibles, en línea con lo reportado en investigaciones previas. El modelo contribuyó a que estudiantes inicialmente en desventaja superaran al grupo de control al final del proceso, lo cual permite concluir que esta metodología puede ser especialmente útil para reducir brechas de rendimiento académico en entornos universitarios.

Además, se confirma que el modelo permite mejorar los niveles de acierto en temáticas complejas como la dinámica y el trabajo y energía, aunque aún no se reflejen diferencias significativas al nivel estadístico. Esta tendencia positiva, sumada a una percepción favorable documentada en otros estudios sobre la motivación y la participación estudiantil, refuerza la viabilidad de adoptar este enfoque como estrategia de innovación pedagógica a nivel superior.

Recomendaciones

Al tenor de las conclusiones de este estudio y como línea de continuidad, se recomienda continuar con investigaciones similares en otros contextos educativos, ampliar la duración de la intervención y complementar el análisis cuantitativo con datos cualitativos que exploren las percepciones, actitudes y dificultades de los estudiantes y docentes. Asimismo, se sugiere profundizar en el diseño instruccional de los recursos previos y en el acompañamiento en clase, como elementos clave para lograr una implementación exitosa del aula invertida.

Referencias bibliográficas

Bergmann, J., & Sams, A. (2012). *Flip your classroom: Reach every student in every class every day.* International Society for Technology in Education (ISTE) ASCD OR Eugene: Alexandria, VA.

Bergmann, J., & Sams, A. (2014). *Dale la vuelta a tu clase. Innovación educativa.* Ediciones SM.

Bienvenüe, A. (2008-2021). Software: *Auto Multiple Choice.* https://www.auto-multiple-choice.net/overview/

Campoverde, J. (2023). La clase invertida una nueva manera de enseñar y aprender Física. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, *7*(1), 7540-7559. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i1.4984

Castillo, O. T. A., Leon, Castro, G. H., Durand, C. A., García, J. A., Ilquimiche, J. L., & Salazar, J. L. (2023). *Retos del aula invertida para la formación universitaria en la Región Austral.* Editor J. Pernalete Lugo. Mar Caribe Editorial. https://doi.org/10.17613/1c4t-ze52

Douieb, M.M. (2021). La integración de las TIC en la universidad marroquí: Aproximación pedagógica. *Communication Papers. 10*(20), 101-117. https://bit.ly/3LxtiEc

Echeverría, B.R., & Velasco, A.H. (2024). *Metodologías Activas: Cómo implementar el aprendizaje basado en proyectos, aprendizaje colaborativo y flipped classroom.* Grupo Editorial Saga.

González-Zamar, M.D., & Abad-Segura, E. (2020). El aula invertida: un desafío para la enseñanza universitaria. *Virtualidad, Educación y Ciencia, 11*(20), 75-91. https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7869090

Hernández-Sampieri, R. y Mendoza, C. (2018). *Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta.* McGraw-Hill Education.

Ilquimiche-Melly, J.L. (2019). Aula Invertida en el Aprendizaje de Física Molecular en los estudiantes de una Universidad Pública, Callao [Tesis de maestría]. Repositorio Universidad César Vallejo, Perú. https://hdl.handle.net/20.500.12692/37573

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

Ochoa-Saez, C.R. (2024). Aula invertida como estrategia metodológica para desarrollar el proceso de enseñanza - aprendizaje de la Física en estudiantes de Bachillerato General Unificado [Tesis de grado]. Repositorio Universidad Nacional de Loja, Ecuador. https://dspace.unl.edu.ec/jspui/handle/123456789/29356

Pérez-Collantes, R.D., Alberto-Lovera, P.C., Gonzales-Zuñiga De Las Casas, N.E., & Salvatierra-Melgar, Á. (2022). Aula Invertida para el aprendizaje de Física a nivel universitario. *Horizontes. Revista de Investigación en Ciencias de la Educación*, *6*(23), 404–417. https://doi.org/10.33996/revistahorizontes.v6i23.343

Pumacayo-Sánchez, Z.O., Dionisio-Cieza, W., Dionisio-Pumacayo, J.Z., & Pumacayo-Sánchez, H.F. (2022). Metodología del aula invertida y aprendizaje autónomo en estudiantes de la Facultad de Ciencias – UNE. *Alpha Centauri*, *3*(3), 202–206. https://doi.org/10.47422/ac.v3i3.115

Rodríguez-Jiménez, F.J., Pérez-Ochoa, M.E., & Ulloa-Guerra, Ó. (2021). Aula invertida y su impacto en el rendimiento académico: una revisión sistematizada del período 2015-2020. *EDMETIC, 10*(2), 1-25. https://www.uco.es/ucopress/ojs/index.php/edmetic/issue/view/1057

Rodríguez-Jiménez, F.J., Pérez-Ochoa, M.E., & Ulloa-Guerra, Ó. (2024). Innovación educativa: explorando el impacto del aula invertida en el rendimiento académico de

estudiantes de secundaria en matemática. *Revista Educación, 48(1*), 1-41. https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/educacion/article/view/55892

Santiago, R. & Bergmann, J. (2018). *Aprender al revés. Flipped learning 3.0 y metodologías activas en el aula.* PAIDÓS Educación.

Silva, J.D., Oliveira, A., & Oliveira, A. (2021). La producción de conocimiento sobre el aula invertida en la enseñanza de la Física: una mirada a los cursos de postgrado brasileños. *Revista Iberoamericana De Educación*, *87*(2), 123-138. https://doi.org/10.35362/rie8724577

Villalba, M., Castilla, G., Martínez, S., Jiménez, E., Hartyányi, M., Sedivine, B., Chogyelkáne, B., Téringer, A., Ekert, S., Coakley, D., Cronin, S., Manénová, M. y Tauchmanova, V. (2018). *Innovación en la educación profesional. Flipped classroom en la práctica.* ITStudy Education and Research Center. http://hdl.handle.net/11268/7930

Villena-Jaitia, L.M. (2021). Aula invertida como método de enseñanza-aprendizaje de física para leyes de Newton en bachillerato [tesis de maestría]. Repositorio Pontificia Universidad Católica del Ecuador. https://repositorio.pucesa.edu.ec/handle/123456789/3338

Conflicto de intereses:

Los autores declaran que no existe conflicto de interés posible.

Financiamiento:

Esta investigación está siendo financiada por el Ministerio de Educación Superior, Ciencia y Tecnología (MESCyT), de la República Dominicana, a través del Fondo Nacional de Innovación y Desarrollo Científico y Tecnológico (FONDOCYT)

Proyecto: FONDOCYT-2023-FONDOCYT-2023-1-1A5-0559

Agradecimiento:

Se agradece al Director del Instituto de Física de la Universidad Autónoma de Santo Domingo (UASD), por su apoyo a esta investigación.

Nota:

El artículo no es producto de una publicación anterior.