

Artículo de Investigación

Aplicación de un modelo didáctico basado en experimentos discrepantes en mecánica de fluidos

Application of a didactic model based on discrepant experiments in fluid mechanics

Aplicação de um modelo didático baseado em experimentos discrepantes em mecânica dos fluidos



Juan Nicolas Pineda Mosquera¹  

¹ Universidad UMECIT Panamá, Panamá

Recibido: 2026-01-15 / Aceptado: 2026-02-20 / Publicado: 2026-03-02

RESUMEN

Se aplicó un modelo didáctico basado en experimentos discrepantes en dos Instituciones Educativas Departamentales del Alto Magdalena en el departamento de Cundinamarca Colombia, para evidenciar si existía una diferencia en la mejora de las competencias en ciencias naturales especialmente en la rama de la física en los estudiantes de grado undécimo en comparación con el uso de un modelo tradicional de enseñanza. El modelo se ejecutó específicamente en la temática de mecánica de fluidos, donde se aplicó un instrumento tipo test para medir las competencias inicialmente y luego de la intervención (cinco semanas después). El instrumento fue diseñado y posteriormente evaluado por dos expertos en el campo de la didáctica de la física, posee una confiabilidad interna Alfa de Cronbach de 0,751. Los resultados se analizaron por medio de estadística descriptiva empleando el software JASP, al tener una naturaleza no paramétrica se aplicó la prueba T de Wilcoxon y U Mann-Whitney mostrando que existe una diferencia significativa entre el grupo control y el grupo intervenido con el modelo didáctico. Los resultados sugieren que la intervención con el modelo didáctico genera un impacto positivo en la mejora de las competencias de los estudiantes en comparación con un modelo tradicional de enseñanza.

Palabras clave: modelo didáctico, experimentos discrepantes, competencias, ciencias naturales, mecánica de fluidos

ABSTRACT

A teaching model based on discrepant experiments was applied in two departmental educational institutions in Alto Magdalena in the department of Cundinamarca, Colombia, to determine whether there was a difference in the improvement of natural science competencies, especially in the field of physics, in eleventh-grade students compared to the use of a traditional teaching model. The model was specifically implemented in the subject of fluid mechanics, where a test-type instrument was used to measure competences initially and after the intervention (five weeks later). The instrument was designed and subsequently evaluated by two experts in the field of physics teaching and has an internal Cronbach's alpha reliability of 0.751. The results were analyzed using descriptive statistics with JASP software. Since they were nonparametric, the Wilcoxon T-test and Mann-Whitney U test were applied, showing that there is a significant difference between the control group and the group that used the teaching model. The results suggest that the intervention with the teaching model has a positive impact on improving students' skills compared to a traditional teaching model.

Keywords: didactic model, discrepant experiments, competencies, natural sciences, fluid mechanics

RESUMO

Aplicou-se um modelo didático baseado em experimentos discrepantes em duas Instituições Educacionais Departamentais do Alto Magdalena, no departamento de Cundinamarca, Colômbia, com o objetivo de evidenciar se existia diferença na melhoria das competências em ciências naturais, especialmente na área da física, em estudantes do décimo primeiro ano, em comparação com o uso de um modelo tradicional de ensino. O modelo foi executado especificamente na temática de

mecánica dos fluidos, na qual foi aplicado inicialmente um instrumento do tipo teste para medir as competências e, posteriormente, após a intervenção (cinco semanas depois). O instrumento foi elaborado e posteriormente avaliado por dois especialistas no campo da didática da física, apresentando confiabilidade interna Alfa de Cronbach de 0,751. Os resultados foram analisados por meio de estatística descritiva utilizando o software JASP; devido à natureza não paramétrica dos dados, aplicaram-se os testes T de Wilcoxon e U de Mann-Whitney, mostrando que existe uma diferença significativa entre o grupo controle e o grupo submetido à intervenção com o modelo didático. Os resultados sugerem que a intervenção com o modelo didático gera um impacto positivo na melhoria das competências dos estudantes em comparação com um modelo tradicional de ensino.

Palavras-chave: modelo didático, experimentos discrepantes, competências, ciências naturais, mecânica dos fluidos.

Forma sugerida de citar (APA):

Pineda Mosquera, J. N. (2026). Aplicación de un modelo didáctico basado en experimentos discrepantes en mecánica de fluidos. *Revista Científica Multidisciplinar SAGA*, 3(1), 306-314. <https://doi.org/10.63415/saga.v3i1.340>



Esta obra está bajo una licencia internacional
Creative Commons de Atribución No Comercial 4.0

INTRODUCCIÓN

Como docentes buscamos día tras día nuevas estrategias que podamos aplicar en nuestras aulas de clases para lograr que nuestros estudiantes reciban la información de una forma diferente y amena, todo esto con la finalidad de lograr un mayor entendimiento y apropiación de las temáticas impartidas y que no se convierta en tópicos que pasan sin dejar un rastro significativo en ellos.

En las ciencias naturales tenemos un reto bastante grande debido a que si hablamos de las competencias de nuestros estudiantes, en Colombia, año tras año van mostrando unos resultados poco alentadores. Según la UNESCO la calidad del proceso de aprendizaje-enseñanza en lectura, matemáticas y ciencias naturales en las escuelas del país se aleja bastante de lograr un nivel satisfactorio y los estudiantes no alcanza las competencias mínimas (UNESCO, 2023). Esto representa una alerta que como docentes nos muestra que no podemos seguir enseñando de la misma manera y nos plantea una incógnita de cómo enseñar para lograr un mejoramiento en el desarrollo de las competencias en ciencias naturales de nuestros jóvenes.

Los bajos resultados en las competencias en ciencias naturales no solo se presentan a nivel Colombia, es un panorama que lastimosamente se comparte en América Latina y el Caribe, según los resultados evidenciados en las pruebas PISA (UNESCO; NU. CEPAL;

UNICEF, 2022). Aunque, en Colombia se ha presentado una leve mejora desde el inicio de las pruebas desde el año 2006, en la prueba PISA 2022 alrededor del 49% de los estudiantes en Colombia alcanzaron el Nivel 2 de 6 en ciencias teniendo en cuenta que el promedio de la OCDE es un 75% (ICFES, 2024).

Con este panorama es evidente que se requiere aplicar distintos métodos de enseñanza para que nuestros estudiantes se apropien de los conocimientos de una forma diferente y les parezca más amena y motivadora. En algunos casos los estudiantes pueden llegar a percibir la física como una rama de la matemática en la que se deben emplear formulas similares (Parra Zeltzer y otros, 2021), esto debido a la carencia del uso de la experimentación o aplicabilidad de esta. Con el objetivo de generar una mejora en las competencias y de propiciar un ambiente activo y motivador en comparación de un modelo tradicional de enseñanza, se diseñó y se aplicó un modelo didáctico basado en experimentos discrepantes para la enseñanza de las ciencias enfocado en la física.

La experimentación es una herramienta que poseen las ciencias naturales de gran valor pues facilitan la aplicación de conceptos teóricos a situaciones de la vida real fortaleciendo las distintas destrezas prácticas de los estudiantes. Los experimentos discrepantes hacen parte de estas herramientas

y han demostrado que con la ayuda de una buena ejecución, permiten superar obstáculos conceptuales y desarrollar habilidades argumentativas (Osorio R. & Palma P, 2018).

El modelo se enfocó en la mecánica de fluidos pero puede aplicarse para diferentes ramas de la física y de las ciencias naturales. En el modelo didáctico en mención empleó los experimentos discrepantes como base motivadora y generadora de conflicto cognitivo para lograr un proceso de aprendizaje-enseñanza diferente. Los experimentos discrepantes son considerados una herramienta adecuada para generar un ambiente favorable para el aprendizaje de conceptos de la física (Barbosa, 2008, citado en Barbosa, 2021) que permite tener resultados positivos.

Los experimentos discrepantes permiten generar un ambiente motivador frente a los estudiantes debido al reto que se genera impulsado por el desequilibrio cognitivo (Slisko, 2023), el estudiante desea ver que sus ideas se cumplen y al observar que no es así la curiosidad lo lleva a preguntarse y buscar las posibles respuestas al problema presentado. Este tipo de experimentación permite generar un cambio conceptual importante ya que el experimento no se percibe solamente como una receta de cocina (Castiblanco Abril, 2021) si no obliga al estudiante a realizar primero un planteamiento de hipótesis y después su comprobación.

METODOLOGÍA

Inicialmente se realizó la construcción del instrumento tipo test de diez preguntas cada una con cuatro opciones y con única respuesta. El instrumento se empleó para poder evaluar el nivel de competencias en ciencias naturales física en el campo de la mecánica de fluidos de los estudiantes de grado undécimo antes de la aplicación del modelo y después. Las competencias evaluadas fueron las mismas que se emplean en la prueba SABER 11: la explicación de fenómenos, el uso comprensivo del conocimiento científico y la indagación (ICFES, 2024).

Para evaluar validez del instrumento se sometió a la revisión por parte de dos expertos en didáctica de la física, proporcionando correcciones que permitieron garantizar un instrumento válido y comprensible para los estudiantes. Para evaluar la consistencia interna se calculó el alfa de Cronbach en el software JASP, que proporcionó un resultado bastante similar al aplicar el estadístico Kuder-Richardson en instrumentos con opciones dicotómicas (Setyaedhi, 2024). Se obtuvo un coeficiente Alfa de Cronbach de 0,751 y se consideró aceptable para ser usado en la investigación ya que su valor es superior a 0,70 (Fraenkel et al., 2012; George & Mallery, 2016).

La investigación se llevó a cabo con estudiantes de grado undécimo de dos Instituciones Educativas Departamentales del Alto Magdalena en Cundinamarca Colombia, IED Antonio Ricaurte y IED Hernán Venegas Carrillo. La duración de la intervención fue durante cinco semanas, en la que cada semana se aplicó una guía para el abordaje de las temáticas referentes a mecánica de fluidos: densidad, presión, presión atmosférica, principio de Arquímedes y Principio de Bernoulli.

Teniendo en cuenta que la investigación se centra en un estudio cuasiexperimental porque se toma una variable independiente y una dependiente para la recolección de datos (Ramos Galarza, 2021), se tomó por cada institución educativa dos grupos, un grupo control y grupo experimental. El grupo control recibió las mismas temáticas, pero con un modelo de enseñanza tradicional y el grupo experimental si recibió las clases empleando el modelo didáctico basado en experimentos discrepantes por medio de las guías de laboratorio. A los dos grupos de cada institución se les aplicó el test antes de iniciar la investigación (pretest) y al finalizar esta (postest).

El modelo didáctico consta de varias etapas en el que el docente y los estudiantes juegan un rol importante. Inicialmente el docente expone el experimento y realiza unas preguntas antes de ejecutarlo, pidiendo a los estudiantes que

escriban sus predicciones. Posteriormente, el docente ejecuta el experimento y los estudiantes verifican sus predicciones y ahora ellos realizan el experimento para corroborar lo que el docente mostró. Después, con la ayuda del docente el estudiante trata de dar una explicación científica a lo que sucede en el experimento, en el que generalmente los resultados no coinciden con sus predicciones. Por último, se realiza una socialización guiada por el docente donde se reciben todas las predicciones y a partir de las explicaciones científicas dadas por los estudiantes se construye la explicación física del experimento.

Se recopiló los resultados de cada estudiante obtenidos en el pretest y postest para realizar el análisis por medio de estadística descriptiva empleando el software libre JASP. El programa permitió comparar los dos grupos y si existía una diferencia significativa al usar el método tradicional de enseñanza o el modelo de enseñanza basado en experimentos discrepantes planteado.

RESULTADOS

Los resultados por medio de la prueba T de Wilcoxon arrojaron que existe una diferencia significativa entre los resultados del pretest y postest, y con la prueba U Mann-Whitney se evidenció que hay una tendencia fuerte a que los resultados sean mejores en las competencias del grupo en el que se aplicó el modelo de enseñanza basado en experimentos discrepantes (grupo experimental).

Las variables de los resultados del pretest y postest fueron variables métricas desde cero a cien, escala que se usa en las pruebas SABER 11 elaboradas por el Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación (ICFES). Primero se analizaron de forma separada y se encontraron los resultados mostrados en la tabla 1 y figura 1.

Como se aprecia en la tabla 1 los estudiantes participantes en la investigación fueron un total de 106 incluyendo al grupo control y el grupo experimental de ambas instituciones educativas. Al observar los valores para la curtosis del pretest y postest (-0,716 y -0,791)

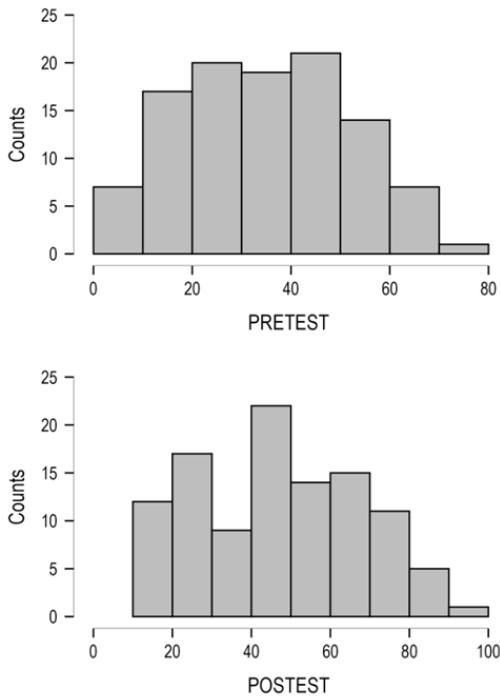
se obtuvo una curtosis platicúrtica (Luzuriaga Jaramillo et al., 2023) esto debido a sus resultados menores a cero, indicando que nuestros resultados no poseían una naturaleza normal y que se encontraban dispersos y no presentaban concentración alrededor de la media, situación que es visible en los histogramas de la figura 1.

Tabla 1
Estadísticos pretets y postest

	PRETEST	POSTEST
Valid	106	106
Mean	39.81	51.79
Std. Deviation	17.29	21.55
Kurtosis	-0.716	-0.791
Std. Error of Kurtosis	0.465	0.465
Shapiro-Wilk	0.961	0.964
P-value of Shapiro-Wilk	.003	.006
Minimum	0.000	10.00
Maximum	80.00	100.0

Fuente: Elaboración propia (2025)

Figura 1
Histograma resultados pretest y postest



Fuente: Elaboración propia (2025)

Adicionalmente, se evaluó otro supuesto de normalidad empleando la prueba de Shapiro-Wilk y se evidenció una significancia p de

0,003 y 0,006 para el pretest y posttest, respectivamente. Con estos resultados p menores a 0,05 se rechazó la hipótesis nula y se corroboró lo mostrado en los histogramas y los valores de la curtosis, que nuestros resultados no presentaban una distribución con forma normal y por lo tanto, para su análisis se debían utilizar métodos no paramétricos.

Al observar los resultados del promedio del pretest (39.81) se apreciaba que era inferior al del posttest (51.79) lo que nos podría llevar a pensar que el modelo si sirvió ya que existía un aumento en los resultados de las competencias, pero esto sería un análisis erróneo ya que a partir del promedio no se podía diferenciar si

este aumento se presentaba en el grupo control o el grupo experimental y se estaba despreciando que los resultados eran no paramétricos. Por lo tanto, se decidió aplicar la prueba T de Wilcoxon y U de Mann-Whitney.

Se aplicó la prueba T de Wilcoxon, también conocida como prueba de los rangos con signo de Wilcoxon, por sus características fundamentales de no ser una prueba paramétrica y ser útil para grupos relacionados, así evitando mayor cantidad de supuestos en comparación de las pruebas paramétricas (DATAtab, 2025). Los resultados de la prueba se muestran en la tabla 2.

Tabla 2
Prueba de Wilcoxon para pretest relacionado con posttest

Medida 1	Medida 2	W	Z	P	Correlación de Rango Biserial	ET Correlación de Rango Biserial
Pretest	Posttest	548.0	-5.781	< .001	-0.714	0.123

Fuente: Elaboración propia (2025)

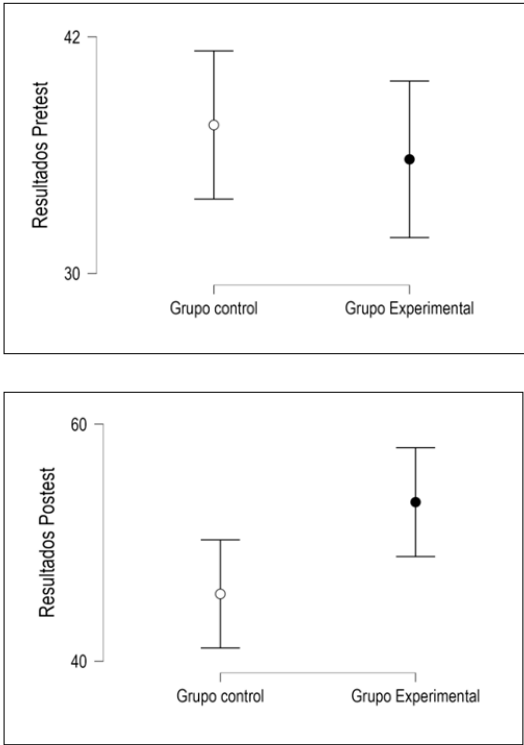
Con los resultados de la prueba T se obtuvo, un valor p menor a 0.001, indicando una significancia menor que la definida por defecto (0.05) (González Hernández & Reyes González, 2024), permitiendo rechazar la hipótesis nula y teniendo como conclusión que la diferencia observada entre las dos pruebas es una diferencia estadística bastante significativa. Referente con la correlación de rango biserial (-0.714) mostró que existe una tendencia fuerte a que los resultados del posttest sean mayores en comparación al pretest. Siendo el valor mayor a 0.5 esto representó que se tuvo un efecto grande según las tablas de Cohen (DATAtab, 2025).

Tabla 3
Resultados prueba U de Mann-Whitney

	U	P
Competencias posttest	1139	0.032
Competencias pretest	1434	0.845

Fuente: Elaboración propia (2025)

Figura 2
Diagrama de caja de comparación entre grupo experimental y grupo control



Fuente: Elaboración propia (2025)

Continuando con el análisis, la prueba U de Mann-Whitney reveló que no existían diferencias significativas entre los dos grupos de la muestra (grupo control y experimental) al aplicar el pretest, esto se evidenció con su valor p de significancia igual a 0.845 (tabla 3), siendo este mucho mayor al parámetro de aceptación 0.05, y al observar la gráfica de cajas de la figura 2. Esto se consideró un buen punto de partida para comparar la muestra porque devela que los grupos eran comparables al inicio del estudio.

En la misma línea argumental, al revisar los resultados de la prueba U de Mann-Whitney y la figura 2 para el posttest, se encontró que existe una diferencia significativa entre el grupo control y el grupo experimental puesto que su valor p de significancia fue de 0.032, siendo este menor al parámetro de aceptación; esto sugiere que la intervención aplicada al grupo experimental de las dos instituciones educativas produjo un cambio sustancial e impactó positivamente en las competencias de ciencias naturales de los estudiantes.

DISCUSIÓN

En el punto de partida de la investigación, referente a las competencias en ciencias naturales física, se aprecia que fue bastante homogéneo, aunque es común que existan estudiantes con resultados altos y otros con resultados bajos, se observa que en la muestra el grupo control y grupo experimental, de 53 estudiantes cada una, no poseía una diferencia significativa e inclusive el grupo experimental presentaba una media menor frente al grupo control. Esto permitió apreciar el efecto del modelo de enseñanza basado en experimentos discrepantes.

La prueba T de Wilcoxon ($p < 0.001$) develó que, si se creó una diferencia significativa entre los resultados del pretest y el posttest, esto se puede considerar lógico, debido a que es bastante común que después de impartir una clase, independientemente de la metodología que se utilice, se espera que los estudiantes al finalizar mejoren sus conocimientos, así sea en una pequeña proporción. Por esta razón fue necesario aplicar la prueba de U de Mann-Whitney para comparar si existía una

diferencia entre los resultados del posttest entre el grupo control y experimental.

La prueba U de Mann-Whitney para el posttest presentó un valor de significancia $p < 0.032$. Este resultado en términos de la investigación evidenció que los estudiantes del grupo experimental en los que se les impartió clases de física aplicando el modelo de enseñanza basado en experimentos discrepantes obtuvieron un cambio significativo y positivo en la mejora de las competencias en ciencias naturales física en comparación con el grupo control en el que se empleó un método de educación tradicional.

Teniendo en cuenta los resultados de la investigación se puede evidenciar que los experimentos discrepantes son una herramienta bastante versátil para la enseñanza de las ciencias naturales y como menciona Barbosa (2021), autor que presenta bastantes trabajos sobre los experimentos discrepantes en Colombia, este tipo de experimentos son una excelente herramienta didáctica para la enseñanza de la física debido a su capacidad para generar disonancia cognitiva, permitiendo crear un ambiente fructífero para el aprendizaje. De esta manera, el presente estudio no solamente reafirma lo expuesto por el autor, sino que enriquece su alcance al demostrar que los experimentos discrepantes pueden ser articulados a un plan de área para la enseñanza en una institución educativa.

Es necesario recordar que existen varios modelos didácticos que poseen el mismo enfoque del modelo aplicado (constructivista y aprendizaje significado) que también han mostrado buenos resultados en la mejora del aprendizaje de la física en comparación con un modelo tradicional de enseñanza, por ejemplo: Flipped Classroom, conocido en español como Aula Invertida. Este modelo ha comprobado la efectividad para mejorar la experiencia educativa en las clases de física cuando es acompañado por una buena planificación e instrucciones y siempre que exista una equidad digital frente al método tradicional (Rodríguez-Jiménez et al., 2025). Pero se considera que en nuestro país no se cuenta con una equidad social que permita a todos los

estudiantes acceder al uso del internet, lo que, para este tipo de propuesta, limitaría su aplicación y condicionaría a los colegios que deseen implementarla.

El modelo didáctico con aplicación de experimentos discrepantes emplea como base el uso del laboratorio desde el concepto de cualquier espacio que nos rodea, haciendo uso de materiales sencillos y de fácil adquisición, disminuyendo las brechas sociales y contribuyendo a la física desde lo cotidiano. Con este modelo se percibe la indagación de los presaberes y se tiene toda una metodología que permite la apropiación de la noción, el concepto y leyes físicas. Sin embargo, como punto desfavorable con respecto al modelo de Aula Invertida, es la falta de uso de las herramientas informáticas que permiten la mejora en las habilidades tecnológicas de los estudiantes (Chicaiza Lechón et al., 2024); y por ende la falta de capacitación de los estudiantes en competencias digitales.

Observando otro modelo, conocido como ABP (aprendizaje basado en proyectos) se centra en la solución de un problema en el que es necesario emplear varias etapas para lograr la solución y abordaje, empleando un tiempo mayor que permite la mejora de habilidades referentes a la innovación, comunicación, el pensamiento crítico y resolución de problemas (Fonseca-Factos & Simbaña-Gallardo, 2022). A diferencia con el modelo de experimentos discrepantes, no se trabaja con proyectos largos si no se hace uso de la experimentación empleando ciclos cortos lo que algunos podrían considerar una ventaja o desventaja.

CONCLUSIONES

En el ámbito de la educación es importante buscar día a día nuevas estrategias motivadoras y que se muestre el proceso de enseñanza de una forma más amena a nuestros estudiantes, en esta búsqueda, se diseñó y se aplicó un modelo didáctico basado en la aplicación de experimentos discrepantes para la enseñanza de la física. Este modelo se aplicó a estudiantes de grado undécimo en las Instituciones Educativas Departamentales Antonio Ricaurte y Hernán Venegas Carrillo en el departamento de Cundinamarca, Colombia.

Los resultados de la prueba por competencias del pretest y posttest mostraron, por medio de la prueba T de Wilcoxon ($p < 0.001$) y U Mann–Whitney ($p < 0.032$), que el modelo con la aplicación de los experimentos discrepantes, apoyados con la metodología activa, permitieron una mejor comprensión conceptual de las temáticas referentes a la mecánica de fluidos, en comparación con uso de método de enseñanza tradicional. Esta mejora se genera gracias a la discrepancia cognitiva generada en medio de la experimentación, porque fomenta el pensamiento crítico, la reflexión y la búsqueda de respuestas con argumentación científica para poder dar respuestas al evento no esperado.

Se considera pertinente para futuras investigaciones comparar si existe una brecha de género mencionada en diferentes análisis por ICFES, ya que en el presente estudio no se pudo realizar debido a desigualdad de los grupos en cada aula. Adicionalmente, para futuras investigaciones no se descarta la oportunidad de poder realizar la comparación frente a otros modelos actuales o tal vez una posible integración, todo con la finalidad de ampliar las estrategias didácticas para la enseñanza de las ciencias naturales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Barbosa, L. (2021). Superación de dificultades en el aprendizaje de la ecuación de Bernoulli con experimentos discrepantes. *Enseñanza de las Ciencias*, 39(2), 143–162. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.3237>
- Castiblanco Abril, O. L. (2021). *Tipologías de experimentación para la didáctica de la física*. Edições Hipótese. <https://hipotesebooks.wixsite.com/cazulo>
- Chicaiza Lechón, M. S., Vaca Lovato, F. L., Jácome Encalada, S. H., & Maliza Cruz, W. I. (2024). Aula invertida con recursos digitales didácticos para mejorar el rendimiento académico de la asignatura de matemática. *Revista Minerva*, 5(9), 1–25. <https://doi.org/10.53591/minerva.v5i9.1574>
- DATAtab. (2025). *DATAtab: Online statistics calculator*. <https://datatab.es>

- Díaz Rodríguez, E. L. (2022). *Plan de negocios de la empresa Porkhato* [Tesis de grado, Universidad de San Buenaventura]. Repositorio Institucional. <http://repositorio.unisabaneta.edu.co:8080/xmlui/handle/123456789/546>
- Fonseca-Factos, A., & Simbaña-Gallardo, V. (2022). Enfoque STEM y aprendizaje basado en proyectos para la enseñanza de la física en educación secundaria. *Revista Digital Novasinergia*, 5(2), 90–105. <https://doi.org/10.37135/ns.01.10.06>
- Fraenkel, J. R., Wallen, N. E., & Hyun, H. H. (2012). *How to design and evaluate research in education* (8th ed.). McGraw-Hill.
- George, D., & Mallery, P. (2016). *IBM SPSS statistics 23 step by step: A simple guide and reference* (14th ed.). Routledge.
- González Hernández, N., & Reyes González, A. (2024). Prueba de hipótesis en R: Prueba t de Student y prueba de Wilcoxon. *Opuntia Brava*, 16(3), 407–416.
- ICFES. (2024). *Guía de orientación del examen Saber 11*. Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación.
- ICFES. (2024). *Programa para la Evaluación Internacional de Alumnos (PISA): Informe nacional de resultados para Colombia 2022*. Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación.
- Luzuriaga Jaramillo, H. A., Espinosa Pinos, C. A., Haro Sarango, A. F., & Oriz Román, H. D. (2023). Histograma y distribución normal: Shapiro-Wilk y Kolmogorov-Smirnov aplicado en SPSS. *LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades*, 4(4), 596–607. <https://doi.org/10.56712/latam.v4i4.1242>
- Osorio R., F. A., & Palma P., E. A. (2018). *Desarrollo de habilidades argumentativas y apropiación conceptual sobre “la materia” a través de los experimentos discrepantes en los estudiantes de grado sexto de la I. E. El Placer* [Tesis de pregrado, Universidad Autónoma de Manizales].
- Parra Zeltzer, V., Vanegas-Ortega, C., & Bustamante González, D. (2021). La clase de física es una extensión de la clase de matemática: Percepciones de estudiantes de enseñanza media sobre la enseñanza de la física. *Estudios Pedagógicos*, 47(3), 291–302. <https://doi.org/10.4067/S0718-07052021000300291>
- Ramos Galarza, C. (2021). Diseños de investigación experimental. *CienciAmérica*, 10(1). <https://doi.org/10.33210/ca.v10i1.356>
- Rodríguez-Jiménez, F. J., Montero-Lebrón, E. A., De la Cruz-Holguín, F. F., & Sánchez-Sánchez, G. J. (2025). Aula invertida vs. clase tradicional en física: Percepción, satisfacción y perfil sociodemográfico en la UASD. *ASCE*, 4(3), 1762–1792. <https://doi.org/10.70577/ASCE/1762.1792/2025>
- Setyaedhi, H. S. (2024). Comparative test of Cronbach’s alpha reliability coefficient, KR-20, KR-21, and split-half method. *Journal of Educational Research and Evaluation*, 8(1), 47–57. <https://doi.org/10.23887/jere.v8i1.68164>
- Slisko, J. (2023). Entrevista a Josip Slisko. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, 466–474. <https://doi.org/10.14483/23464712.21410>
- UNESCO. (2023). *La UNESCO hace un llamado a tomar acciones en el sector educativo tras los bajos resultados de América Latina y el Caribe en PISA 2022*. UNESCO.
- UNESCO, CEPAL, & UNICEF. (2022). *La encrucijada de la educación en América Latina y el Caribe: Informe regional de monitoreo ODS4-Educación 2030*. UNICEF.

DECLARACIÓN DE CONFLICTO DE INTERESES

El autor declara no tener conflictos de intereses.



DERECHOS DE AUTOR

Pineda Mosquera, J. N. (2026)



Este es un artículo de acceso abierto distribuido bajo la licencia Creative Commons de Atribución No Comercial 4.0, que permite su uso sin restricciones, su distribución y reproducción por cualquier medio, siempre que no se haga con fines comerciales y el trabajo original sea fielmente citado.



El texto final, datos, expresiones, opiniones y apreciaciones contenidas en esta publicación es de exclusiva responsabilidad de los autores y no necesariamente reflejan el pensamiento de la revista.