

Estudio sobre la trascendencia de las prácticas de laboratorio y la instrucción por pares en la enseñanza de la física

A study on the relevance of laboratory practice and peer instruction in physics education

Framsol López Suspes

Docente cátedra Unidades Tecnológicas de Santander (UTS) y Universidad Industrial de Santander (UIS)

Doctor en Ciencias Naturales y Física

Estudiante de Maestría en Educación, Universidad Autónoma de Bucaramanga

Correo electrónico: framsol@gmail.com

Jerson Iván Reina Medrano

Docente cátedra Universidad Industrial de Santander (UIS)

Doctor en Ciencias Naturales y Física

Correo electrónico: jersonreina@gmail.com

Artículo recibido: 26 de julio de 2021

Artículo aceptado: 2 de septiembre de 2021

Cómo citar este artículo:

López, F., y Reina, J. I. (2022). Estudio sobre la trascendencia de las prácticas de laboratorio y la instrucción por pares en la enseñanza de la física. *Espiral, Revista de Docencia e Investigación*, 11(2), 13 - 24.

Resumen

Se presenta una metodología de enseñanza aprendizaje a través de la implementación de dos técnicas de trabajo en equipo de forma simultánea: la instrucción entre pares (IP) y la realización en casa de prácticas de laboratorio de física. La investigación fue de carácter cuantitativo, por lo que se siguieron las etapas correspondientes a este tipo de estudio. El desarrollo de la técnica se analizó en dos grupos de estudiantes independientes; uno correspondiente al grupo control (GC, 33 estudiantes) y el otro, al grupo experimental (GE, 31 estudiantes). El método mostró un avance significativo en el aprendizaje de la asignatura de Física en el GE comparado con el GC. El progreso alcanzó una mejora de aproximadamente el 15% en el GE cuando se realizó la técnica de IP, y un aumento hasta del 23.2% cuando se implementaron las prácticas del laboratorio en el hogar. Particularmente, las experiencias del laboratorio se hicieron con materiales de uso cotidiano.

Palabras clave: Instrucción por pares, estrategia didáctica, trabajo colaborativo.

Abstract

A teaching-learning methodology is presented through the implementation of two team teaching techniques simultaneously: peer instruction (PI) and home laboratory practices in Physics. The research was quantitative in nature, so the stages corresponding to this type of study were followed. The development of the technique was studied in two independent groups of students, one corresponding to the control group (CG,

33 students), and the other to the experimental group (EG, 31 students). The method showed a significant progress in the learning of the Physics subject in the EG compared to the control group. The progress reached an improvement of approximately 15% in the CG when the PI technique was performed, and an increase of up to 23.2% when the laboratory practices were implemented at home, in particular the laboratory experiences were performed with everyday materials.

Key words: Instruction, peers, laboratory, team, collaborative.

Introducción

En la actualidad los nuevos retos de la educación hacen necesario que la formación de los estudiantes en todos los niveles se fortalezca con los conocimientos científicos, de tal manera que le permita a cada individuo una visión crítica del mundo desde un punto de vista investigativo (Ladino y Fonseca, 2010). Para Revelo (2014), en este instante el conocimiento científico se desarrolla debido al trabajo realizado entre sinergias y grupos de investigación alrededor del mundo. De esta manera, en la sociedad del conocimiento es esencial el trabajo colaborativo entre distintos equipos a cualquier nivel. En los últimos años han surgido diferentes estrategias



Iglesia Inmaculada Concepción – Barichara (Santander)

para abordar las ciencias a partir del aprendizaje colaborativo. Una de estas estrategias es conocida como Peer Instruction (PI), nombrada en español como Instrucción por Pares, adaptada en 1991 por el profesor Eric Mazur de la Universidad de Harvard (Pinargote, 2014). En palabras de (Revelo, 2014), Mazur tiene como una de sus repercusiones más significativas la conversación entre similares, que, aprovechando sus similitudes y empatía, se puede compartir el conocimiento mediante el trabajo en equipo.

Desde 1991, Eric Mazur se ha dedicado a divulgar el método PI, el cual ha sido ampliamente conocido en los países anglosajones; en Latinoamérica y en los países de Oriente, es apenas una idea en materia de pedagogía actual (Revelo, 2014). En Colombia, Escudero (2014) llevó a la práctica el método PI, en el aprendizaje de las matemáticas básicas de dos grupos de estudiantes de Ciencias Básicas de la Universidad del Norte de Barranquilla. Él implementó un diseño mixto de investigación, aplicó una prueba antes y después para determinar el impacto del método. Además, realizó encuestas con cuestionarios tipo Likert para indagar las

percepciones favorables y desfavorables de los aprendices sobre el método con el soporte de tarjetas de respuesta inmediata “clickers”.

Escudero (2014) señala que, en cuanto al rendimiento de los estudiantes, se encontraron resultados positivos, teniendo un porcentaje de aprobación del 88% en uno de los cursos y de 91% en el otro. Ambos grupos investigados evidenciaron percepción favorable en cuanto a la implementación del método, con un porcentaje por encima del 80% en cada uno de los ítems evaluados. Asimismo, Escudero (2014) resalta el impacto positivo del método PI de acuerdo con los resultados presentados, tanto cuantitativa como cualitativamente, lo cual permitió establecer una gran empatía entre los estudiantes y el profesor.

La evidencia reportada en (Salinas, 2013) establece que asignaturas como la física, suelen ser tediosas de aprender por parte de los estudiantes, así como, complicadas de enseñar por parte de los docentes, debido a la complejidad de algunos fenómenos que suelen ser difíciles de analizar, dado lo abstracto de las ideas que subyacen detrás del problema. Una de las herramientas didácticas que siempre ha estado en el proceso

de enseñanza-aprendizaje en las ciencias, y que ayuda a mediar ante la dificultad en la comprensión del fenómeno, es la vinculación de prácticas o experiencias de laboratorio como apoyo a los análisis o desarrollos teóricos compartidos en el aula de clase (Carrascosa et al., 2006). En la actualidad, algunos docentes han complementado estas experiencias de laboratorio con otras herramientas como el uso de ambientes virtuales de aprendizaje, *software*, simulaciones y laboratorios remotos o virtuales. Tal es el caso de Rodríguez y Llovera (2014) quienes, a partir del uso de laboratorios físicos y virtuales, determinaron un aumento del aprendizaje significativo de los estudiantes mediante el uso complementario de las dos técnicas.

Para Hodson (1994), la implementación del trabajo con laboratorios en la enseñanza de las ciencias supone objetivos como motivar al estudiante en el aprendizaje de las ciencias, enseñar las técnicas de laboratorio, dar profundidad a los conocimientos científicos, instruir al estudiante sobre el método científico y su implementación y para desarrollar actitudes científicas como la indagación y la generación de nuevas ideas. De la misma forma, Salinas y Colombo (1992), exponen que las actividades experimentales constituyen un elemento primordial dentro del proceso de construcción del conocimiento, siempre y cuando estén relacionadas directamente con la resolución de problemas y los conceptos que el estudiante tiene sobre el tema de estudio. En este mismo sentido, Martínez, Cobos y Torres (2015) confirman que el proceso de enseñanza-aprendizaje resulta ser más enriquecedor si las actividades experimentales de aplicación conducen a modelar situaciones previamente matematizadas.

Para Gil y Valdés (1996), las prácticas experimentales permiten profundizar la teoría y pre-saberes que el estudiante tiene sobre la temática. Involucran en una primera instancia al estudiante en la identificación del trabajo científico, permiten el trabajo en equipos colaborativos y la interacción positiva entre estudiantes y docentes, motivan al estudiante, lo que incrementa el interés por el trabajo, fomentan la creatividad y

admiten una reflexión de los estudiantes y docentes sobre el proceso. Carrascosa, Gil y Vilches (2006) desarrollaron varias investigaciones sobre la importancia y pertinencia de las prácticas experimentales en las clases de física, logrando concluir que “desarrollan la curiosidad, suscitan discusiones, demandan reflexión, elaboración de hipótesis y espíritu crítico, enseñan a analizar los resultados y expresarlos correctamente, así como favorecen a una mejor percepción de la relación entre ciencia y tecnología” (p. 159). Recientemente Castillo (2019) presentó una estrategia de enseñanza-aprendizaje orientada a favorecer los estudiantes de 11°. En ella se realizaron pruebas pre-test y pos-test con dos grupos, uno de control y otro experimental. Se comprobó la eficacia del método según los datos analizados. Es importante resaltar que, así como lo exponen Quiceno, Barreneche y Pinto (2017), la aplicación de estrategias de trabajo colaborativo, tal como el IP, también aportan al desarrollo de habilidades comunicativas o de liderazgo.

El presente trabajo está distribuido de la siguiente manera. En la sección 2 se presenta la estrategia implementada en la investigación: “IP e inclusión de prácticas de laboratorio”. Además, se expone la forma en que se analizaron y presentaron los datos. La sección 3 está dedicada al análisis de los resultados. Se revisan las características de la muestra y los resultados obtenidos en las pruebas de la intervención. En la sección 4 se expone las conclusiones de la intervención realizada mediante la implementación de la estrategia de enseñanza aprendizaje empleada.

Metodología

Con el transcurrir de los años se tiene la creencia de que la física es una asignatura compleja de enseñar y con reducido aprendizaje por parte de los aprendices (Muñoz, 2015). Para Zules (2013) es primordial encontrar una estrategia en la que el estudiante entienda la importancia de la física como medio para entender su entorno, lo cual es básico entre su formación educativa y laboral, ya que el conflicto que pueda tener un

estudiante para describir fenómenos naturales lo puede apartar de oportunidades laborales. Asimismo, tal como lo exponen Charro, Gómez y Plaza (2013), existe la necesidad de promover la alfabetización científica y abrir a la ciencia como una actividad humana de gran relevancia social.

Entonces, el trabajo experimental en la enseñanza de las ciencias ha sido un tema de discusión durante años. Por ejemplo, Flórez (2011) planeó el desarrollo de experiencias de laboratorio de movimientos en dos dimensiones empleando la naturaleza como fuente de las experiencias, obteniendo un avance significativo en la enseñanza de física en el grado décimo.

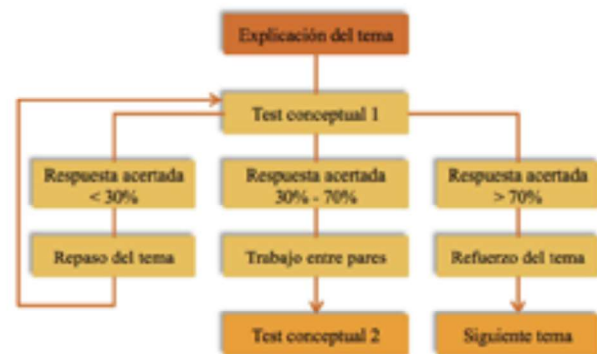
En esta investigación se implementó, específicamente, un laboratorio casero relacionado con la conocida Ley de Hooke. Para el desarrollo de la práctica se les solicitó a los aprendices experimentar mediante el uso de materiales cotidianos como una cuerda elástica, objetos de diferentes masas y una cinta métrica o flexómetro. Después de la práctica, los estudiantes debían presentar un informe relacionado con la experiencia del laboratorio. Previamente el docente orientó y explicó la experiencia por medio de una guía metodológica o guía de laboratorio. El procedimiento para el desarrollo de la práctica fue presentado previamente por el docente mediante una guía metodológica, es decir, el informe presentado por los estudiantes se basó en una guía de laboratorio y formato de informe, entregado, explicado y orientado por el profesor.

Para la aplicación del método PI, los estudiantes asistieron a la clase o sesión, con una lectura previamente hecha sobre los temas por abordar. El docente por su parte hizo una serie de explicaciones cortas sobre los aspectos claves de la temática. Cada ilustración del profesor estuvo acompañada de una prueba conceptual, que inicialmente se desarrolló de forma individual, luego se organizaron grupos de estudiantes cuyas respuestas fueron diferentes. La tarea de cada estudiante es persuadir con argumentos, a su compañero, que su respuesta es la correcta.

En particular en esta etapa el docente realizó intervenciones en los grupos con el propósito de hacer aclaraciones sin intervenir en las decisiones de los aprendices. Posteriormente, se efectuó una nueva evaluación del tema. Si el 70% de la clase acertaba la respuesta correcta, se hacía la explicación por parte del docente y se continuaba con el siguiente tema (Mazur, 2010), Mazur (1997).

En la figura 1, se muestra un esquema representativo del método de IP.

Figura 1. Diagrama de flujo método de Instrucción por pares



Fuente: Elaboración propia.

Después de la aplicación de la estrategia, del análisis cuantitativo de los datos obtenidos y de los elementos recopilados fue posible resolver el interrogante de la investigación: ¿De qué manera, a partir de la realización de una experiencia de laboratorio y empleando el método de instrucción por pares, se puede inducir en el estudiante elementos de motivación e interés con el fin de estimular el pensamiento crítico que les permita interpretar la relación entre las variables del problema en la asignatura de Física?

La respuesta a la pregunta de investigación, considerando una distribución normal, dio paso a la Hipótesis Nula o H_0 del proyecto, y su correspondiente hipótesis de investigación o H_1 , fueron:



Capilla Nuestra Señora de Las Nieves – Girón (Santander)

Ho: La metodología de las prácticas de laboratorio y la instrucción por pares en la enseñanza de la física no beneficia el aprendizaje de la física.

H1: La metodología de las prácticas de laboratorio y la instrucción por pares en la enseñanza de la física beneficia el aprendizaje de la física

Los test realizados para probar el rechazo a la hipótesis nula fueron los conocidos test de Shapiro Wilk, y el de Mann Whitney. Los datos de las pruebas de pre-test y pos-test se presentaron y analizaron mediante las medidas de tendencia central, tales como media, mediana, moda y varianza. La prueba aplicada para la verificación de la hipótesis fue el nivel de significación. Si el valor de significación es más pequeño que el nivel de significación esperado, el resultado se considera estadísticamente significativo. El nivel de significación para el presente estudio fue de 0.05, el cual implica que se tiene un 95% de probabilidad o certeza de no equivocarse respecto al método. En otras palabras, un resultado estadísticamente significativo tiene menos de un 5% de probabilidades de que se produzca por casualidad (Hernández, Fernández y Bapista, 2014). Todos los datos fueron analizados a través del uso del *software* Wolfram Mathematica, versión 12.1.

Resultados

En esta sección se presentan los resultados de la investigación luego de ejecutada la intervención. El análisis de los resultados permitió dar solución a la pregunta asociada en el planteamiento del problema. El análisis de los datos se planteó con base en Hernández, Fernández y Baptista (2014). La sección se distribuye de la siguiente manera: inicialmente se presentan las características de la muestra de la población, luego se analizan los resultados de las pruebas inicial y final. Para culminar se comparan los resultados de los grupos GC y GE y, además, se revisa la influencia de las prácticas del laboratorio en los resultados finales del rendimiento académico de los aprendices.

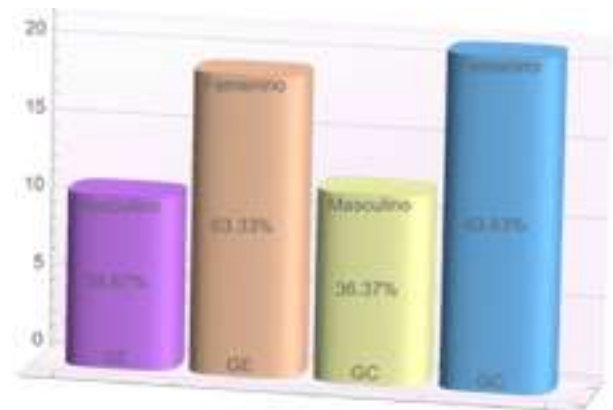
Se contó con una muestra de 63 estudiantes, de los cuales, el 63.49% corresponde al género femenino y 36.51% al género masculino. Por lo tanto, es viable decretar que la población es heterogénea en cuando al género. Asimismo, si bien hay número menor de hombres que de mujeres, las cantidades son equivalentes tanto en el grupo control como en experimental (tabla 1 y figura 2).

Tabla 1. *Caracterización por género de la muestra*

Muestra de estudio	Sexo femenino	Porcentaje (%)	Sexo masculino	Porcentaje (%)	N° de estudiantes
Grupo experimental	19	63.33	11	36.67	30
Grupo control	21	63.63	12	36.37	33

Fuente: Elaboración propia.

Figura 2. *Caracterización por género de la muestra*



Fuente: Elaboración propia con Wolfram Mathematica a partir de los resultados obtenidos.

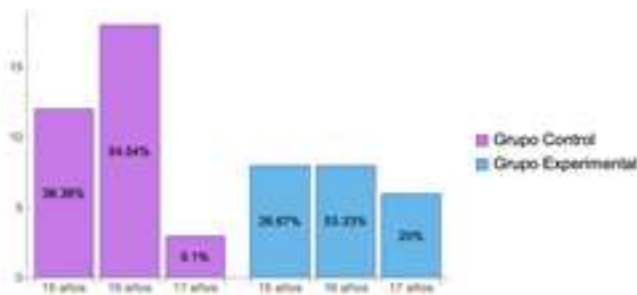
Por otro parte, en cuanto a la edad, los estudiantes se encuentran en el intervalo entre los 15 a los 17 años, la mayoría están en las edades de 15 y 16 años, las características en cuanto a edad de cada uno de los grupos son análogas (tabla 2 y figura 3).

Tabla 2. Caracterización por edad de la muestra

Edad	Grupo control (# de estudiantes)	Porcentaje (%)	Grupo experimental (# de estudiantes)	Porcentaje (%)
15	12	36.36	8	26.67
16	18	54.54	16	53.33
17	3	9.1	6	20

Fuente: Elaboración propia.

Figura 3. Caracterización por edad de la muestra



Fuente: Elaboración propia con Wolfram Mathematica con base en los resultados adquiridos.

En las tablas 3 y 4 se encuentran los datos para cada grupo, por nivel y acorde al método de instrucción entre pares para el pre-test y pos-test y diferenciados por grupo. Las temáticas se impartieron de la siguiente manera: pre-test y pos-test 1: Introducción a la Dinámica; pre-test y pos-test 2: Tipos de fuerzas; pre-test y pos-test 3: Leyes de Newton. En las tres temáticas se plantearon y resolvieron situaciones, además de problemas de dinámica.

Tabla 3. Número de estudiantes por nivel de desempeño en el pre-test 1-3

Tema	Rangos Aprobación	Grupo control (# de estudiantes)	Grupo experimental (# de estudiantes)
Pre-test 1	0-70 %	28	25
	>70%	5	5
Pre-test 2	0-70 %	26	24
	>70%	7	6

Tema	Rangos Aprobación	Grupo control (# de estudiantes)	Grupo experimental (# de estudiantes)
Pre-test 3	0-70 %	30	22
	>70%	3	8

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4. Número de estudiantes por nivel de desempeño en el pos-test 1-3

Tema	Rangos aprobación	Grupo control (# de estudiantes)	Grupo experimental (# de estudiantes)
Pos-test 1	0-70 %	17	11
	>70%	16	19
Pos-test 2	0-70 %	18	8
	>70%	15	22
Pos-test 3	0-70 %	16	5
	>70%	17	25

Fuente: Elaboración propia.

En las tablas 5 y 6, se expone un análisis descriptivo de las medidas de tendencia central de la muestra obtenida, tales como, la media, la mediana, la moda, la desviación estándar para cada grupo, así como la composición de cada muestra en términos de porcentajes de estudiantes según el nivel de desempeño.

Tabla 5. Medidas de tendencia central del pre-test

Grupo-Test	Media	Mediana	Moda	Varianza	Desviación estándar
GE Pre-test 1	49.63	54	21	460.72	21.46
GE Pre-test 2	51.90	57	31	441.33	21.00
GE Pre-test 3	53.77	57	57	451.22	21.24
GC Pre-test 1	48.33	45	19	490.33	24.46
GC Pre-test 2	50.24	55	25	461.67	22.00
GC Pre-test 3	52.33	55	40	472.24	24.24

Fuente: Elaboración propia a partir de resultados obtenidos con Wolfram Mathematica.

Tabla 6. *Medidas de tendencia central del pos-test*

Grupo-Test	Media	Mediana	Moda	Varianza	Desviación Estándar
GE pos-test 1	73.87	70	95	316.65	21.46
GE pos-test 2	76.74	79	86 y 100	298.47	21.46
GE pos-test 3	80.68	85	100	278.56	21.14
GC pos-test 1	65.33	65	75	380.33	22.00
GC pos-test 2	68.24	70	76	312.24	24.24
GC pos-test 3	65.33	74	76 y 80	322.33	21.42

Fuente: Elaboración propia a partir de resultados obtenidos con Wolfram Mathematica.

En las tabla 7 y 8 se puede observar el p-valor, el cual es menor a alfa (0,05), entonces la hipótesis nula es rechazada, además se infiere que los datos ordinales analizados no están distribuidos normalmente. Recuérdese que, se emplea el test de Shapiro-Wilk, porque el tamaño de muestra para cada grupo es menor de 50 estudiantes, asimismo el Valor-P de los valores o datos muestran que estamos en 95% de certeza de realizar la investigación correctamente.

Tabla 7. *Test de normalidad pre-test*

	Grupos	Shapiro-Wilk Introducción a la dinámica		
		Estadístico	GL	Valor P
Nivel de desempeño	Control (N=30)	0,921	30	0,029
	Experimental (N=33)	0,610	33	0,02
	Grupos	Shapiro-Wilk Tipos de Fuerzas		
	Control(N=30)	0,930	30	0,049
	Experimental (N=33)	0,680	33	0,03
	Grupos	Shapiro-Wilk Leyes de Newton		
	Control (N=30)	0,922	30	0,031
	Experimental (N=33)	0,960	33	0,04
	Grupos	Shapiro-Wilk Total pre-test		
	Control (N=30)	0,922	90	0,00004
	Experimental (N=33)	0,752	96	0,001

Fuente: Elaboración propia con Wolfram Mathematica a partir de resultados obtenidos.

Tabla 8. Test de normalidad post-test

Grupos	Shapiro-Wilk Introducción a la dinámica		
	Estadístico	GL	Valor P
Control (N=30)	0.924	30	0.03
Experimental (N=33)	0.830	33	0.03
Grupos	Shapiro-Wilk Tipos de fuerzas		
	Estadístico	GL	Valor P
Control(N=30)	0.917	30	0.019
Experimental (N=33)	0.890	33	0.020
Grupos	Shapiro-Wilk Leyes de Newton		
	Estadístico	GL	Valor P
Control (N=30)	0.854	30	0.0006
Experimental (N=33)	0.690	33	0.045
Grupos	Shapiro-Wilk Total pre-test		
	Estadístico	GL	Valor P
Control(N=30)	0.897	90	2.15162*
Experimental (N=33)	0,572	96	0,002

Fuente: Elaboración propia a partir de resultados obtenidos con Wolfram Mathematica.

En las tablas 9 y 10, todos los valores de Valor-P están por debajo de 0.05 (α), por lo cual descartamos la hipótesis nula (H_0). El valor de significancia $p < 0,05$ se cumple en todos los caminos de la intervención; por consiguiente, se aprecian diferencias significativas en los resultados.

Tabla 9. Test de Mann-Whitney grupo control pre-test y pos-test

Tema	Valor P
Introducción a la dinámica	
Tipos de fuerza	
Leyes de Newton	
Total	

Fuente: Elaboración propia a partir de resultados obtenidos en Wolfram Mathematica.

Tabla 10. Test de Mann-Whitney grupo experimental pre-test y pos-test

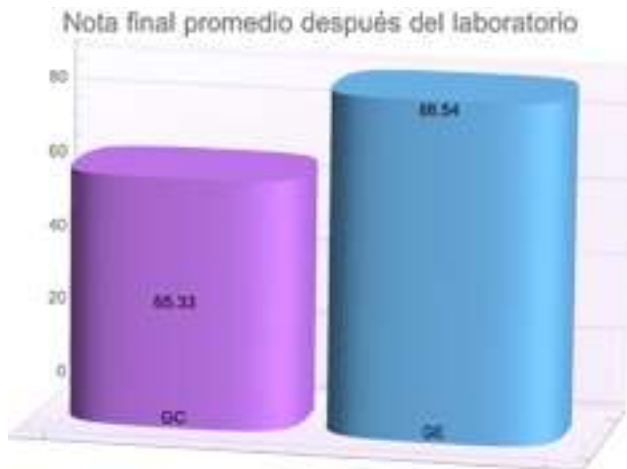
Tema	Valor P
Introducción a la dinámica	
Tipos de fuerza	
Leyes de Newton	
Total	

Fuente: Elaboración propia a partir de resultados obtenidos en Wolfram Mathematica.

Para culminar el análisis de los datos, en la figura 4 se puede observar la diferencia entre las calificaciones finales de los grupos control y experimental. El promedio alcanza un contraste de aproximadamente 23 puntos entre los dos grupos. Se concluye que el método implementado de instrucción entre pares y laboratorio en

casa favorece el mejoramiento de la enseñanza de física en el grado décimo.

Figura 4. *Media para los grupos de GC y GE después del realizado el laboratorio*



Fuente: Elaboración propia con Wolfram Mathematica mediante los datos encontrados.

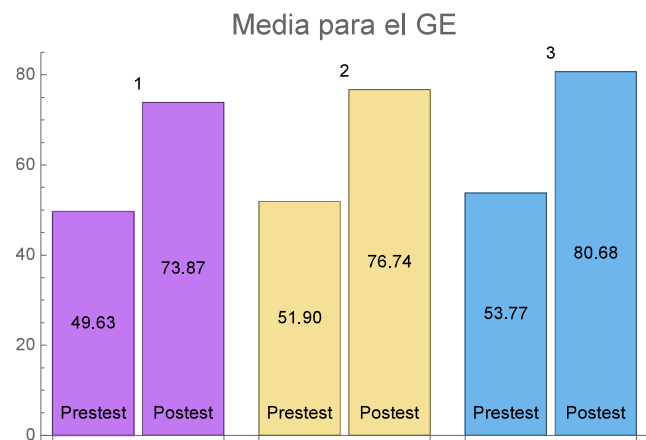
Conclusiones

El método de IP y el laboratorio en casa se efectuaron como estrategia didáctica en un grupo de treinta alumnos (GE). En lo concerniente a la propuesta de investigación, la metodología implementada benefició de manera efectiva la habilidad en los aprendices de grado 10°. En esa línea, las situaciones y los problemas asociados con los fenómenos físicos expuestos en los pre-test y pos-test motivaron a los estudiantes a mejorar el rendimiento académico parcial y global en los dos grupos, creando un transcendental mejoramiento en los estudiantes del curso experimental. Igualmente, según los resultados del pre-test y pos-test del grupo experimental se encontraron diferencias significativas ($p < 0,05$) (tablas 9-10).

Ahora bien, el análisis de los datos respecto a las medidas de tendencia central del pre-test 1-3 (tabla 5) exhiben que más del 50% de los estudiantes se encuentran por debajo del promedio, ya que el valor de la mediana supera el valor del promedio aritmético de los resultados

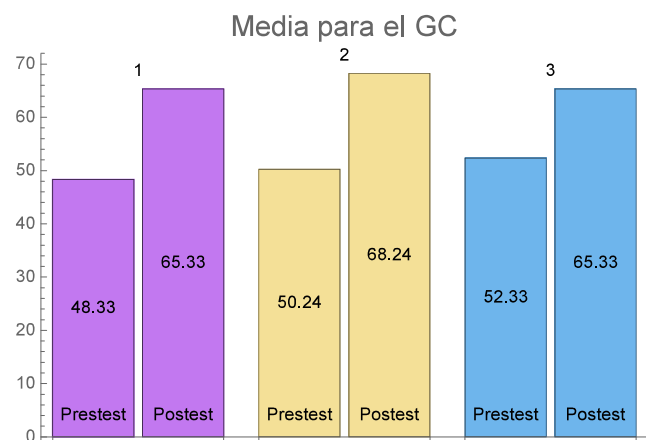
de los alumnos. Para el caso del pos-test, (tabla 6) se puede apreciar un aumento significativo en los resultados respecto al pre-test en las metodologías implementadas para los dos grupos, GC metodología tradicional, y GE método de IP (figuras 5 y 6). Sin embargo, se destaca el aumento porcentual en los resultados de la prueba final por parte del GE, también se resalta la calificación más común o moda del GE, la cual fue 100 en dos de los tres pos-test. Adicionalmente, se puede concluir de las figuras 5 y 6 el avance entre el pre-test y el pos-test de los grupos GE y GC.

Figura 5. *Media para el GE en pre-test y pos-test.*



Fuente: Elaboración propia con Wolfram Mathematica a partir de resultados adquiridos.

Figura 6. *Media para el GC en pre-test y pos-test*



Fuente: Elaboración propia con Wolfram Mathematica mediante los resultados obtenidos.

Por otro lado, la efectividad de la metodología fue probada mediante el Test de Shapiro-Wilk y Test de Mann-Whitney. En las dos verificaciones se encontró un Valor P por debajo del 0.05 (tablas 8 a 10), lo cual implica que la hipótesis nula es rechazada debido a que la probabilidad del 95% de acierto en la metodología implementada en esta investigación: el método de IP y el laboratorio en casa. Recordemos que, el valor de significancia $p < 0,05$, quiere decir que se cumple en todos los caminos de la intervención; por consiguiente, se aprecian diferencias significativas en los resultados.

Para terminar, con base en los resultados obtenidos, se puede concluir que, aunque la metodología tradicional de la clase magistral, en general, presentó resultados favorables, la metodología implementada por el método de IP y el laboratorio en casa fue más afectiva al favorecer el aprendizaje de la física. En consecuencia, el método de IP y el laboratorio en casa acelera la construcción y manejo de conocimientos, motiva el aprendizaje significativo, promueve el aprendizaje colaborativo e incentiva en el planteamiento de hipótesis, la observación y fomenta la formulación argumentativa debido a las prácticas del laboratorio.

Consideramos que los resultados obtenidos y las experiencias de aula vividas con los estudiantes, nos llevan a plantear una siguiente etapa de la investigación en la cual se pueda extrapolar la herramienta a otras áreas de la física, como los fluidos, la termodinámica, los eventos ondulatorios y el electromagnetismo. De esta manera, podríamos dejar una evidencia acerca del alcance de la estrategia en todas las áreas de la física.

Referencias

Carrascosa, J., Gil, D., y Vilches, A. (2006). Papel de la actividad experimental en la educación científica. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 23(2), 157-181.

Castillo, A. (2019). *La metodología indagatoria como estrategia didáctica orientada a favorecer el aprendizaje de la física en estudiantes de 11° grado*. (Tesis de Maestría en Enseñanza de la Ciencias Naturales y Exactas). Universidad Autónoma de Bucaramanga.

Charro, E., Gómez, A., y Plaza, S. (septiembre, 2013). *La enseñanza de las ciencias en la educación secundaria: Un estudio mediante la técnica Delphi*. IX Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias. Girona, España.

Escudero, R. (2014). Impacto del método "Instrucción por pares" con el apoyo de "clickers" en el aprendizaje de matemáticas básicas. *Revista Internacional de Tecnología, Conocimiento y Sociedad* 3(1), 57-67.

Flórez, M. (2011). *Estrategia experimental para la enseñanza del movimiento de proyectiles y el movimiento circular uniforme utilizando el contexto*. (Tesis de Maestría en Enseñanza de la Ciencias Naturales y Exactas). Universidad Nacional de Colombia, Manizales, Colombia.

Hernández-Sampieri, R., Fernández-Collado, C., y Baptista-Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6a. ed.). McGraw-Hill.

Hodson, D. (1994). Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. *Enseñanza de las ciencias: Revista de investigación y experiencias didácticas*, 12(3), 299-313.

Gil Pérez, D., y Valdés Castro, Pablo. La orientación de las prácticas de laboratorio como investigación: un ejemplo ilustrativo. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 1996, Vol. 14, n.º 2, pp. 155-163

Ladino, L., y Fonseca, Y. (2010). Propuesta curricular para la enseñanza de las ciencias naturales en el nivel básico con un enfoque físico. *Revista Orinoquía*, 14(2), 203-210.

Martínez, A. M., Cobos, J. C., y Torres, E. (2015). Matematisación y modelización: experiencias y saberes. Una propuesta de aula. *Espiral. Revista de Docencia e Investigación*, 5(2), 9-22.

Mazur, E. (1997). *Comprensión o memorización: ¿Estamos enseñando lo correcto?* Conference on the Introductory Physics Course Wiley, New York. http://mazur.harvard.edu/sentFiles/MazurTalk_1782.pdf

Mazur, E. (2010). *Peer Instruction: A User's Manual*. Pentice Hall.

Ministerio de Educación Nacional. (1994). Ley 115 de Educación, Colombia.

Ministerio de Educación Nacional. (2004). Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales y Ciencias Sociales.

Muñoz, D. (2015). *Elaboración de una propuesta de enseñanza y aprendizaje de los conceptos básicos de la cinemática a través de actividades experimentales usando dispositivos móviles: ensayo en el grado 10° de la institución educativa Alvernia de la ciudad de Medellín*. (Tesis de Maestría en Enseñanza de la Ciencias Naturales y Exactas). Universidad Nacional de Colombia, Medellín, Antioquía, Colombia.

Pinargote, K. (2014). Instrucción entre pares, un método sencillo pero efectivo para enseñar. *Revista FENopina*, 4(7), 56-59.

Quiceno, B., Barreneche, J., Pinto, M. (2018). Metodología de trabajo colaborativo/cooperativo para la investigación, la formación y el aprendizaje en comunicación. *Espiral, Revista de Docencia e Investigación*, 7(2), 11-25.

Revelo, L. (2014). *La metodología del aprendizaje entre pares aplicada en la enseñanza de la física en educación básica*. (Tesis de Maestría en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales). Universidad Nacional, Palmira, Colombia.

- Rodríguez, D. y Llovera, J. (2014). Estrategias de enseñanza en el laboratorio docente de física para estudiantes de ingeniería. *Latin-American Journal of Physics Education*, 8(4), 4504-1.
- Salinas, A. (2013). *La experimentación como didáctica en la enseñanza de la física*. (Tesis de Maestría en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales). Universidad Nacional. Palmira, Colombia.
- Salinas, J., y Colombo, L. (1992). Los laboratorios de física de ciclos básicos universitarios instrumentados como procesos colectivos de investigación dirigida. *Revista de Enseñanza de la Física. Asociación de Profesores de Física de la Argentina*. 5(2), 10-17.
- Zules, R. (2013). Aprender haciendo aplicado a las ciencias naturales de grado sexto y séptimo de la institución educativa Santa Marta del municipio de Suárez, Cauca. (Tesis de Maestría en Enseñanza de la Ciencias Naturales y Exactas). Universidad Nacional de Colombia, Palmira, Valle del Cauca, Colombia.