

Universidad de Puerto Rico
Recinto de Río Piedras
BIORETS Interaction 2024
Cohorte III



INVESTIGACIÓN EN ACCIÓN

EXPLORANDO EL MÉTODO CIENTÍFICO A TRAVÉS DEL ESTUDIO DE LAS ABEJAS: IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE INVESTIGACIÓN

Dra. Jacqueline López Vargas

I- Resumen

Esta investigación en acción tiene como objetivo abordar una deficiencia observada en estudiantes de séptimo grado del curso de “Life Science”: la dificultad para aplicar el método científico, especialmente en la interpretación y análisis de datos gráficos. A través del estudio de la biología de las abejas como eje temático, se diseña un plan de acción centrado en fortalecer habilidades clave como la observación, el registro sistemático de datos y la construcción e interpretación de gráficos. La investigación sigue un enfoque cuantitativo y se basa en el modelo cíclico de investigación-acción de Carr y Kemmis (1986), que integra la planificación, la acción, la observación y la reflexión crítica.

El estudio se desarrolla con una muestra de 37 estudiantes seleccionados mediante muestreo por conveniencia. Se aplican pre y post pruebas para evaluar el impacto del plan de intervención sobre el nivel de conocimiento y habilidades científicas de los estudiantes. Las dificultades específicas identificadas incluyen una comprensión limitada de los elementos gráficos y la incapacidad para relacionar datos con hipótesis científicas. El plan de acción contempla actividades prácticas, recursos visuales y estrategias didácticas interactivas orientadas a promover un aprendizaje significativo y activo.

Los resultados esperados incluyen una mejora en la capacidad de los estudiantes para aplicar el método científico en contextos reales, interpretar gráficos con precisión y comunicar hallazgos de forma fundamentada, contribuyendo así al desarrollo de competencias científicas esenciales para su formación académica y personal.

II- Introducción

La presente investigación, Explorando el Método Científico a través del Estudio de las Abejas: Implementación de un Plan de Investigación, tiene como propósito aplicar el método científico mediante la observación y análisis del comportamiento de las abejas. A través de este enfoque, se busca diseñar y ejecutar un plan de investigación que permita comprender mejor la biología y ecología de estos insectos, destacando su papel esencial en los ecosistemas y su función clave en la polinización. Este proyecto parte de la premisa de que el método científico no solo es una herramienta fundamental en la producción de conocimiento, sino también un instrumento pedagógico poderoso para desarrollar habilidades de pensamiento crítico, lógico y analítico en los estudiantes.

La investigación científica comienza con la formulación de preguntas, las cuales constituyen el punto de partida y la guía del proceso investigativo. Estas preguntas permiten definir un problema del mundo físico, orientan el análisis y dirigen la búsqueda de soluciones basadas en evidencia. Thomas S. Kuhn (1996) sostiene que este enfoque forma parte del "paradigma" científico, es decir, el marco conceptual desde el cual se desarrollan las teorías y los estudios. En este sentido, una pregunta científica bien formulada debe ser susceptible de prueba, permitir la generación de hipótesis y conducir hacia una solución potencial, propiciando así un aprendizaje significativo basado en la indagación.

Sin embargo, en el ámbito educativo, se ha identificado que muchos estudiantes de nivel intermedio enfrentan dificultades al aplicar los pasos del método científico, especialmente en lo relacionado con el análisis de datos, la interpretación de gráficas y la construcción de conclusiones fundamentadas (Pérez Echeverría, M. del P., & Pozo Municio, J. I. (1994). Esta

deficiencia no solo impacta su rendimiento académico en ciencias, sino también su capacidad para razonar con base en evidencia y tomar decisiones informadas en la vida cotidiana.

Frente a este desafío, surge la necesidad de implementar estrategias didácticas innovadoras que integren el método científico con experiencias significativas y contextualizadas. En este estudio se propone utilizar el estudio de las abejas como un recurso pedagógico para vincular la ciencia con el entorno natural de los estudiantes. Las abejas, por su relevancia ecológica, facilidad de observación y fuerte presencia en la vida cotidiana, ofrecen una oportunidad única para desarrollar competencias científicas a través de actividades de observación, registro sistemático, análisis gráfico e interpretación de datos según lo aprendido en el laboratorio de investigación.

La investigación se enmarca en un enfoque de investigación-acción con metodología cuantitativa, orientada a identificar, intervenir y evaluar una problemática concreta en el aula. Se parte de la hipótesis de que un plan de acción que integre experiencias prácticas, formulación de preguntas científicas y análisis de datos mediante gráficos puede fortalecer significativamente la comprensión del método científico por parte de los estudiantes.

El objetivo general de este estudio es explorar y mejorar el nivel de conocimiento de los estudiantes de séptimo grado sobre la aplicación del método científico en situaciones reales, fortaleciendo sus habilidades de observación, formulación de preguntas, registro e interpretación de datos. Para ello, se plantean tres preguntas de investigación: (1) ¿Cuál es el nivel de conocimiento actual de los estudiantes sobre la aplicación del método científico?, (2) ¿Cómo debe diseñarse e implementarse un plan de acción que fortalezca estas habilidades? y (3) ¿Qué cambios se producen en las habilidades de los estudiantes antes y después de la intervención educativa?

Este estudio busca aportar evidencia sobre cómo un enfoque práctico, contextualizado y centrado en la indagación puede mejorar la enseñanza de las ciencias naturales en la educación media, fomentando en los estudiantes competencias científicas clave para enfrentar de manera crítica y reflexiva los desafíos del mundo contemporáneo.

III- Revisión de Literatura

La presente investigación se sustenta en un marco teórico que integra fundamentos del aprendizaje activo y colaborativo, esenciales para el desarrollo de habilidades científicas en contextos escolares. En particular, se exploran dos teorías centrales: la Teoría del Aprendizaje Experiencial de David Kolb y la Teoría de la Inteligencia Colectiva de Pierre Lévy. Ambas proporcionan una estructura coherente para guiar la intervención educativa centrada en la aplicación del método científico mediante el estudio de las abejas en el salón de clases.

La Teoría del Aprendizaje Experiencial de Kolb plantea que el aprendizaje es un proceso cíclico de cuatro fases: la experiencia concreta, la observación reflexiva, la conceptualización abstracta y la experimentación activa. Esta teoría es especialmente útil en el contexto de la investigación en acción, ya que permite a los estudiantes construir conocimiento a partir de la interacción directa con fenómenos reales. En este estudio, los estudiantes observaron a las abejas, reflexionaron sobre su comportamiento, formularon hipótesis y llevaron a cabo actividades prácticas que les permitieron validar o ajustar sus ideas. Esta metodología favorece la adquisición de conocimientos científicos y el desarrollo de habilidades cognitivas superiores, como el pensamiento crítico y la resolución de problemas (Granados López, H., & García Zuluaga, C. L. (2016).

Por otro lado, la Teoría de la Inteligencia Colectiva de Lévy (1997) refuerza la dimensión colaborativa del aprendizaje al proponer que la inteligencia se potencia cuando los individuos comparten sus conocimientos y trabajan juntos para resolver problemas. En esta investigación, el trabajo en grupo fue esencial para lograr una comprensión más profunda del objeto de estudio. Los estudiantes intercambiaron observaciones, discutieron hallazgos y elaboraron soluciones de forma colectiva, fortaleciendo la construcción conjunta del conocimiento. Esta dinámica grupal no solo permitió abordar los contenidos científicos, sino también desarrollar competencias sociales clave como la comunicación, la empatía y la cooperación.

La articulación de ambas teorías permitió estructurar un proceso educativo en el que los estudiantes no solo aprendieron contenidos científicos, sino que también se involucraron activamente en su proceso de aprendizaje. Esta integración teórica dio lugar a un entorno de enseñanza-aprendizaje dinámico, participativo y significativo, en el cual la experiencia directa, la reflexión crítica y la colaboración fueron elementos centrales.

Marco Conceptual

El marco conceptual de esta investigación organiza los principales conceptos que orientan el estudio y permite entender las relaciones entre ellos. Se centra en tres nociones clave: el método científico, la investigación en acción y el estudio de las abejas como eje temático.

El método científico, de acuerdo con Miles, Huberman y Saldaña (2020), es un procedimiento sistemático para generar conocimiento que incluye etapas como la observación, la formulación de hipótesis, la experimentación y el análisis de resultados. En el ámbito escolar, su enseñanza permite que los estudiantes aprendan a pensar científicamente, estructuren su razonamiento y fundamenten sus conclusiones. Este estudio promovió el uso del método científico en un

contexto realista y significativo para los estudiantes, permitiéndoles abordar problemas concretos mediante la observación directa de las abejas.

La investigación en acción, según Kemmis y McTaggart (1988), es una metodología participativa orientada a la mejora de la práctica a través de la reflexión sistemática. En el contexto educativo, esta metodología permite al docente investigar su propia práctica al tiempo que promueve el aprendizaje de los estudiantes. En este caso, se aplicó un ciclo de investigación-acción que incluyó la identificación de una necesidad pedagógica, el diseño e implementación de un plan de mejora, y la evaluación de su impacto.

El estudio de las abejas, basado en las propuestas de Seeley (1995), se justifica por la riqueza de fenómenos biológicos y ecológicos que estos insectos ofrecen para la enseñanza de las ciencias naturales. Las abejas permiten trabajar competencias de observación, formulación de preguntas, análisis de patrones y comprensión de interacciones ecológicas. Además, su estudio promueve la conciencia ambiental y el respeto por los ecosistemas.

Estas nociones se integran en dos modelos conceptuales que guían la intervención: el modelo de aprendizaje experiencial de Kolb, que permite estructurar actividades de enseñanza centradas en la experiencia directa y la reflexión, y el modelo de inteligencia colectiva de Lévy (1997), que favorece el aprendizaje colaborativo mediante el intercambio de conocimientos entre pares. La convergencia de estos modelos asegura una intervención coherente y alineada con las finalidades educativas del estudio.

En conjunto, el marco teórico y conceptual proporciona una base sólida para comprender y justificar las decisiones metodológicas adoptadas en esta investigación en acción. Además,

establece las condiciones necesarias para fomentar un aprendizaje activo, significativo y contextualizado, que va más allá de la simple transmisión de contenidos.

IV- Método

Diseño y modelo de investigación

Esta investigación utilizó un enfoque cuantitativo con diseño cuasi-experimental de un solo grupo con medición pre y post intervención, enmarcado dentro de la metodología de investigación en acción. Según Mills, G. & Gay, L. (2018), este enfoque permite que los docentes se conviertan en investigadores activos de su propia práctica educativa, promoviendo mejoras pedagógicas mediante ciclos reflexivos de planificación, acción, observación y reflexión. El modelo teórico adoptado fue el de Carr y Kemmis (1986), el cual se desarrolla a través de espirales de mejora continua en contextos educativos reales. Aunque este modelo enfatiza la reflexión crítica, se adapta eficazmente al análisis cuantitativo cuando se busca medir cambios objetivos, como es el caso del uso de pre y post pruebas.

Participantes

Se empleó un muestreo no probabilístico por conveniencia, compuesto por 37 estudiantes matriculados en un curso de séptimo grado ("Life Science") de una escuela privada en el nivel intermedia. La muestra incluyó 20 chicos y 17 chicas, con edades promedio de 13 años. Ninguno de los participantes pertenece al programa de educación especial. La participación se gestionó cumpliendo los principios éticos de la investigación, obteniendo consentimiento informado de los padres y asentimiento de los estudiantes. El escenario de intervención fue el salón de clases regular, donde se aplicó el plan de acción.

Plan de acción

La intervención pedagógica se centró en mejorar la comprensión del método científico y la interpretación de gráficas utilizando como contexto el estudio de las abejas. Se implementaron actividades prácticas, visuales y participativas durante cuatro semanas. Las estrategias incluyeron talleres sobre los pasos del método científico, ejercicios de observación y recolección de datos, análisis gráfico, y discusiones reflexivas.

Tabla de resumen del plan de acción:

Objetivo específico	Actividad	Recurso	Evaluación
Fortalecer comprensión del método científico	Taller: pasos del método científico usando el tema de las abejas	Presentaciones interactivas, videos	Pre y post prueba
Mejorar habilidades de observación y registro de datos	Práctica guiada de observación de comportamiento de abejas (modelos y videos)	Cuaderno de datos, hojas de observación	Análisis de registros
Desarrollar habilidades para interpretar gráficas	Análisis de datos recolectados en clase y su representación en gráficas	Plantillas gráficas, Excel o papel milimetrado	Evaluación de gráficas realizadas
Fomentar la reflexión crítica sobre resultados	Discusión grupal sobre las conclusiones de los datos	Preguntas guía, rúbricas	Autoevaluación y coevaluación

Recopilación de datos o información:

Para esta investigación se aplicaron dos instrumentos cuantitativos: una preprueba y una posprueba, ambas diseñadas para evaluar la comprensión del método científico y las habilidades

gráficas de los estudiantes. La preprueba se administró antes de la implementación del plan de acción con el fin de establecer una línea base. Los instrumentos fueron validados mediante juicio de expertos y se sometieron a una prueba piloto para garantizar su confiabilidad. El análisis de consistencia interna arrojó un alfa de Cronbach superior a 0.80, lo que indica una alta fiabilidad en las mediciones.

Proceso de recolección de datos

La recolección de datos se llevó a cabo en varias fases, iniciando con la aplicación de una preprueba a los 37 estudiantes del séptimo grado. Esta evaluación inicial tenía como propósito medir el nivel de comprensión de los participantes en torno al método científico y su habilidad para interpretar gráficas científicas antes de implementar el plan de acción. La preprueba permitió establecer una línea base objetiva para comparar los efectos de la intervención.

Posteriormente, se procedió con la implementación del plan de acción durante un período de cuatro semanas. Durante este tiempo, se llevaron a cabo diversas actividades didácticas enfocadas en fortalecer las competencias científicas de los estudiantes. Estas incluyeron talleres, análisis de datos reales, construcción de gráficas y discusiones reflexivas, todo con el propósito de fomentar una comprensión activa y significativa del contenido.

Finalizado el período de intervención, se administró la posprueba a los mismos 37 estudiantes. Esta segunda medición tenía el objetivo de identificar los cambios en el desempeño académico relacionados con las habilidades científicas trabajadas. La comparación entre ambas pruebas permitió valorar la efectividad del plan implementado en términos cuantitativos.

Además de las pruebas formales, durante el proceso se recolectaron productos intermedios como gráficas creadas por los estudiantes, hojas de observación, cuadernos de trabajo y reflexiones escritas. Estos insumos cualitativos complementaron el análisis al brindar evidencia del proceso de aprendizaje, permitiendo observar el desarrollo de habilidades prácticas y analíticas en tiempo real.

Análisis estadístico

Para analizar los datos obtenidos, se realizaron inicialmente pruebas de normalidad con el objetivo de determinar si las puntuaciones de la preprueba y la posprueba seguían una distribución normal. En el caso de la preprueba, los resultados del test de Kolmogorov-Smirnov ($D = 0.132$, $p = .100$) y de Shapiro-Wilk ($p = .197$) indicaron que los datos se ajustaban razonablemente a una distribución normal, lo que en principio permitiría el uso de técnicas estadísticas paramétricas.

Sin embargo, la posprueba no cumplió con el supuesto de normalidad. Los resultados del test de Kolmogorov-Smirnov ($D = 0.167$, $p = .011$) y de Shapiro-Wilk ($p = .004$) mostraron una desviación significativa respecto a la curva normal. Esta situación obligó a reconsiderar el análisis estadístico más apropiado. Dado que la normalidad no se cumplía completamente y que las mediciones estaban relacionadas (misma muestra antes y después de la intervención), se optó por utilizar una prueba no paramétrica: la prueba de rangos con signo de Wilcoxon para muestras relacionadas.

Resultados descriptivos

Los análisis descriptivos revelaron diferencias importantes entre la preprueba y la posprueba. En la preprueba, la puntuación mínima fue de 4 y la máxima de 24, con una media de 15.46 y una desviación estándar de 4.604. El error estándar de la media fue de 0.757, lo que indica que el promedio estimado tiene un nivel aceptable de precisión. En contraste, los resultados de la posprueba mostraron una puntuación mínima de 11 y una máxima de 30, con una media significativamente mayor de 22.78 y una desviación estándar de 5.138. El error estándar también aumentó a 0.845, lo cual sigue siendo un valor aceptable para evaluar la precisión del promedio.

El aumento de la media entre ambas pruebas sugiere una mejora considerable en el rendimiento académico de los estudiantes tras la implementación del plan de acción. La mayor dispersión observada en la posprueba puede atribuirse a diferencias individuales en el ritmo de aprendizaje, pero no anula la tendencia general de mejora. Estos resultados refuerzan la efectividad de la intervención didáctica y justifican el uso de estrategias activas y contextualizadas para la enseñanza del método científico.

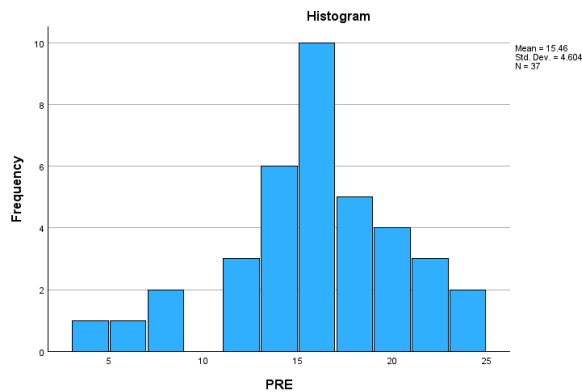
V- Resultados/Hallazgos (Cuantitativo) Datos estadísticos MCBA

Tabla 1. Estadísticas descriptivas

Descriptive Statistics											
	N	Minimum	Maximum	Mean		Std. Deviation	Varianc	Skewness		Kurtosis	
	Statistic	Statistic	Statistic	Statistic	Std. Error	Statistic	Statistic	Statistic	Std. Error	Statistic	Std. Error
PRE	37	4	24	15.46	.757	4.604	21.200	-.533	.388	.433	.759
POS	37	11	30	22.78	.845	5.138	26.396	-.849	.388	-.301	.759
Valid N listwise	37										

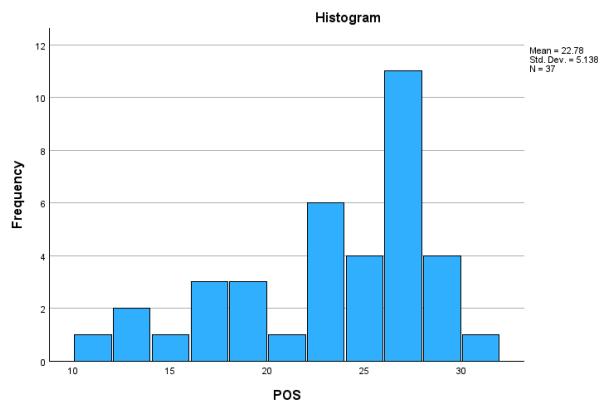
En la Tabla 1 se presentan las estadísticas descriptivas de las puntuaciones obtenidas en la preprueba y la posprueba de los 37 participantes. La puntuación mínima en la preprueba fue de 4, mientras que en la posprueba fue de 11. En cuanto a la puntuación máxima, en la preprueba fue de 24 y en la posprueba fue de 30. El promedio de las puntuaciones aumentó considerablemente de 15.46 en la preprueba a 22.78 en la posprueba, lo cual sugiere una mejora significativa tras la intervención. La desviación estándar también aumentó de 4.604 a 5.138, indicando una mayor dispersión en las puntuaciones posprueba. El error estándar de la media fue de 0.757 en la preprueba y de 0.845 en la posprueba, lo que permite afirmar que los promedios estimados son bastante precisos. Además, los valores de asimetría (skewness) y curtosis indican una distribución aproximadamente normal en ambas pruebas, aunque con ligeros sesgos negativos.

Gráfico 1. Histograma para la preprueba



Preprueba muestra una Media: 15.46. La mayoría de los estudiantes obtuvo entre 13 y 20 puntos. La distribución es casi simétrica, con pocos puntajes altos o bajos. Indica un rendimiento medio-bajo antes de la intervención.

Gráfico 2. Histograma para la posprueba



En la Gráfico 2: Posprueba. Presenta una Media: 22.78. La mayoría obtuvo entre 22 y 28 puntos. Se observa un desplazamiento hacia la derecha (más puntajes altos). Muestra una mejora clara en el desempeño.

Tabla 2. Pruebas de normalidad

	Tests of Normality					
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	Df	Sig.	Statistic	df	Sig.
PRE	.132	37	.100	.960	37	.197
POS	.167	37	.011	.904	37	.004

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

La preprueba no presenta desviaciones significativas respecto a una curva normal (Kolmogorov-Smirnov $D = 0.132$, $p = .100$; Shapiro-Wilk $W = 0.960$, $p = .197$), lo que avala el uso de técnicas paramétricas para estos datos. Por el contrario, en la posprueba ambas pruebas indican un ajuste pobre a la normalidad (Kolmogorov-Smirnov $D = 0.167$, $p = .011$; Shapiro-Wilk $W = 0.904$, $p = .004$). La distribución de los datos no es perfectamente simétrica como una campana normal, lo que puede afectar análisis estadísticos que asumen normalidad, como la t de Student o ANOVA. Por ello, se recomendó usar técnicas no paramétricas, como la prueba de Wilcoxon, que no requieren que los datos sigan una distribución normal.

ESTADÍSTICAS INFERENCIALES:

Dado que los resultados de la prueba de normalidad mostraron que la distribución de los datos en la preprueba y la posprueba no es completamente normal, no se cumple con el supuesto de normalidad requerido para el uso de pruebas paramétricas. Por esta razón, se optó por realizar una prueba no paramétrica: la prueba de muestras pareadas y rangos señalados de Wilcoxon. Esta prueba es la apropiada para el conjunto de datos, ya que no exige el cumplimiento del

supuesto de normalidad, considera que las muestras están relacionadas (preprueba y posprueba del mismo grupo de participantes) y se ajusta al tamaño de la muestra utilizada ($n = 37$).

A partir de esta prueba, se pudo evaluar si existieron diferencias estadísticamente significativas entre las puntuaciones de la preprueba y la posprueba.

Tabla 3. Estadísticas descriptivas de la prueba no paramétrica de muestras pareadas y rangos señalados de Wilcoxon (para la prueba completa y para las subescalas)

		Ranks		
		N	Mean Rank	Sum of Ranks
POS – PRE (Pruebas)	Negative Ranks	1 ^a	2.50	2.50
	Positive Ranks	35 ^b	18.96	663.50
	Ties	1 ^c		
	Total	37		
MCPOS – MCPRE (Método Científico)	Negative Ranks	4 ^a	7.75	31.00
	Positive Ranks	25 ^b	16.16	404.00
	Ties	8 ^c		
	Total	37		
ANATPOS – ANATPRE (Anatomía)	Negative Ranks	4 ^a	8.88	35.50
	Positive Ranks	19 ^b	12.66	240.50
	Ties	14 ^c		
	Total	37		
CICLPOS – CICLPRE (ciclo de Vida)	Negative Ranks	3 ^a	15.00	45.00
	Positive Ranks	30 ^b	17.20	516.00
	Ties	4 ^c		
	Total	37		
COMPOS – COMPRE (Comportamiento)	Negative Ranks	4 ^a	7.00	28.00
	Positive Ranks	27 ^b	17.33	468.00
	Ties	6 ^c		

	Total	37		
IMPPOS – IMPPRE	Negative Ranks	3 ^a	12.17	36.50
(Importancia de la polinización)	Positive Ranks	23 ^b	13.67	314.50
	Ties	11 ^c		
	Total	37		
CONPOS – CONPRE	Negative Ranks	2 ^a	5.00	10.00
(Conservación de las abejas)	Positive Ranks	24 ^b	14.21	341.00
	Ties	11 ^c		
	Total	37		

a. POS < PRE

b. POS > PRE

c. POS = PRE

En los resultados generales de la comparación entre la preprueba y la posprueba (POS - PRE), se observó que solo un estudiante obtuvo una puntuación menor en la posprueba que en la preprueba (Negative Rank), mientras que 35 estudiantes lograron una puntuación mayor en la posprueba (Positive Rank) y 1 estudiante obtuvo la misma puntuación en ambas pruebas (Tie). El promedio de los rangos para los estudiantes que disminuyeron su puntuación fue de 2.50, mientras que para quienes mejoraron fue de 18.96. La sumatoria de rangos fue de 2.50 para los casos de disminución y de 663.50 para los de mejora, lo que evidencia una tendencia clara hacia el aumento en las puntuaciones tras la intervención.

Tabla 4. Estadística inferencial de la prueba Wilcoxon (para la prueba completa y para sus subescalas)

	Test Statistics ^a						
	POS - PRE	MCPOS - MCPRE	ANATPOS - ANATPRE	CICLPOS - CICLPRE	COMPOS - COMPRE	IMPPPOS - IMPPRE	CONPOS - CONPRE
Z	-5.199 ^b	-4.093 ^b	-3.182 ^b	-4.260 ^b	-4.370 ^b	-3.637 ^b	-4.263 ^b
Asymp. Sig. (2-tailed)	<.001	<.001	.001	<.001	<.001	<.001	<.001

a. Wilcoxon Signed Ranks Test

b. Based on negative ranks.

En la comparación de la preprueba y la posprueba (POS - PRE) mediante la prueba no paramétrica de muestras pareadas y rangos señalados de Wilcoxon, se obtuvo una puntuación Z de **-5.199** y un valor de significancia de **p < .001**. Dado que el valor de significancia es menor que el nivel alfa establecido ($\alpha = .05$), los resultados son **estadísticamente significativos**, lo que indica que hubo un cambio notable en las puntuaciones tras la intervención.

VI- Discusión

Interpretación contextualizada

Desde el enfoque cuantitativo, los resultados obtenidos en esta investigación en acción respaldan la hipótesis de que la implementación del método científico mediante el estudio de las abejas mejora significativamente la comprensión de los procesos científicos en estudiantes de séptimo grado. La diferencia observada entre la media de la preprueba (15.46) y la posprueba (22.78), junto con la prueba de rangos con signo de Wilcoxon ($Z = -5.199$, $p < .001$), confirma que esta mejora no solo fue notable, sino estadísticamente significativa. Esto demuestra que la intervención educativa basada en experiencias concretas y colaborativas tuvo un impacto directo en el desarrollo de habilidades científicas clave, como la observación, la formulación de hipótesis, el análisis de datos y la interpretación de gráficas.

Comparación con estudios previos

Los hallazgos coinciden con investigaciones previas que han demostrado que la enseñanza basada en la indagación y la experiencia activa potencia la comprensión del método científico en estudiantes de nivel intermedio (Wood, P. y Smith, J. (2018). Estos autores señalan que los entornos de aprendizaje auténticos, como el estudio del comportamiento animal, promueven la curiosidad y permiten que los estudiantes conecten los contenidos escolares con su entorno natural. Además, el uso de estrategias fundamentadas en la Teoría del Aprendizaje Experiencial de Kolb y la Teoría de la Inteligencia Colectiva de Lévy es coherente con enfoques innovadores que priorizan la participación activa, el trabajo colaborativo y la construcción colectiva del conocimiento. Sin embargo, a diferencia de otros estudios que se enfocaron en módulos de

laboratorio estandarizados, esta investigación se distinguió por incorporar un enfoque ambiental contextualizado con alto valor ecológico y social, lo cual pudo haber contribuido a un mayor compromiso de los estudiantes.

Limitaciones

Entre las principales limitaciones de este estudio se encuentran las de tipo metodológico y procesal. Metodológicamente, aunque el análisis estadístico fue riguroso, la muestra se limitó a un solo grupo de 37 estudiantes, lo cual restringe la generalización de los resultados a otras poblaciones. Además, la posprueba no cumplió con los supuestos de normalidad, lo que obligó al uso de una prueba no paramétrica (Wilcoxon), que, si bien es apropiada para datos no distribuidos normalmente, ofrece menor poder estadístico que pruebas paramétricas equivalentes. En cuanto a las limitaciones procesales, el desarrollo de las actividades estuvo condicionado por la disponibilidad de tiempo en el calendario escolar y la necesidad de adaptar ciertas prácticas debido a restricciones logísticas o climáticas, lo que pudo haber afectado la implementación ideal del plan de acción. A pesar de estas limitaciones, los resultados son consistentes y ofrecen evidencia significativa sobre el potencial de este tipo de intervenciones para mejorar la enseñanza de las ciencias en contextos escolares reales.

VII- Conclusiones y Recomendaciones

Conclusiones generales

Los resultados de esta investigación en acción demuestran que la implementación del método científico mediante el estudio de las abejas tuvo un impacto positivo, significativo y medible en la comprensión de los procesos científicos por parte de los estudiantes de séptimo grado. El análisis cuantitativo, basado en la comparación entre la preprueba ($M = 15.46$) y la posprueba ($M = 22.78$), mostró una mejora sustancial en las puntuaciones, reforzada por el resultado de la prueba de rangos con signo de Wilcoxon ($Z = -5.199$, $p < .001$), que indicó una diferencia estadísticamente significativa tras la intervención. Solo un estudiante disminuyó su puntuación, 35 la aumentaron y uno la mantuvo, lo cual evidencia un efecto positivo generalizado de las actividades aplicadas.

Desde una perspectiva cualitativa, el proceso de aprendizaje fue enriquecido por estrategias basadas en la Teoría del Aprendizaje Experiencial de Kolb y la Teoría de la Inteligencia Colectiva de Lévy. Estas teorías permitieron a los estudiantes involucrarse activamente en su aprendizaje, fortaleciendo no solo competencias cognitivas relacionadas con el método científico, sino también habilidades sociales como la colaboración, la comunicación y la reflexión crítica. La experiencia concreta con las abejas brindó un contexto realista, relevante y motivador para aplicar conceptos científicos, facilitando un aprendizaje profundo y contextualizado.

Además, los productos intermedios —como hojas de trabajo, observaciones registradas y gráficas elaboradas por los estudiantes— confirmaron el desarrollo progresivo de sus habilidades científicas. Las actividades diseñadas sobre la anatomía, ciclo de vida, comportamiento,

importancia ecológica y conservación de las abejas no solo fortalecieron el conocimiento conceptual, sino que también impulsaron el interés, la participación activa y el desempeño académico. Esto coincide con lo señalado por Wood, P. y Smith, J. (2018) quienes destacan el valor de las estrategias prácticas, los modelos visuales y la indagación científica como medios efectivos para mejorar la comprensión de los conceptos en ciencias naturales.

En conjunto, esta investigación pone de manifiesto que es posible integrar la indagación científica con temas ambientalmente significativos y enfoques pedagógicos activos para promover aprendizajes interdisciplinarios, pertinentes y sostenibles. También subraya la importancia de incorporar modelos de enseñanza que valoren la participación activa y la construcción colectiva del conocimiento, aspectos clave para el desarrollo integral del estudiante en el área de educación científica.

Recomendaciones para investigaciones futuras

Para futuras investigaciones se recomienda explorar con mayor profundidad el impacto del aprendizaje basado en la observación directa de organismos vivos en el desarrollo de competencias científicas. Sería útil incluir evaluaciones cualitativas más sistemáticas, como entrevistas o diarios reflexivos, para captar con mayor riqueza las percepciones, dificultades y logros de los estudiantes durante el proceso.

También se sugiere ampliar la muestra y replicar el estudio en diferentes contextos educativos (rurales, urbanos, con distintos niveles socioeconómicos) para contrastar resultados y evaluar la adaptabilidad del enfoque. Del mismo modo, sería interesante indagar el efecto de la colaboración entre pares en el desarrollo del pensamiento científico, diferenciando niveles de participación y liderazgo en los grupos.

Finalmente, se recomienda continuar desarrollando y documentando estrategias didácticas basadas en la experiencia y la inteligencia colectiva que utilicen contextos naturales como recurso pedagógico, fortaleciendo así tanto el aprendizaje de las ciencias como la conciencia ecológica en los estudiantes.

VIII- Referencias

- Carr, W., & Kemmis, S. (1986). *Becoming Critical: Education, Knowledge and Action Research*. Falmer Press.
- Carr, W., & Kemmis, S. (1988). Teoría crítica de la enseñanza, La investigación acción en la formación del profesorado. Barcelona: Martínez Roca.
- Creswell, J.W. (2014). Research Design. Qualitative, quantitative and mixed methods approach (4a ed.). Thousands Oaks, CA: Sage
- Granados López, H., & García Zuluaga, C. L. (2016). *El modelo de aprendizaje experiencial como alternativa para mejorar el proceso de aprendizaje en el aula*.
http://repositoriorscj.dyndns.org:8080/xmlui/bitstream/handle/PSCJ/700/Modelo_aprendizaje_experiencial_alternativa_mejorar.pdf?sequence=1
- Espinosa-Ríos, E. A., González-López, K. D., & Hernández-Ramírez, L. T. (2016). *Las prácticas de laboratorio: una estrategia didáctica en la construcción de conocimiento científico escolar*. Accedido <http://www.scielo.org.co/pdf/entra/v12n1/v12n1a18.pdf>
- Haraway, D. J. (2008). When Species Meet. University of Minnesota Press.
conocimiento científico escolar. Entramado, 12(1), 266-281.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la Investigación*. McGraw-Hill.

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio P. (2018). Metodología de la

Investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. McGraw-Hill.

Kemmis, S., & McTaggart, R. (1988). The Action Research Planner. Deakin

University.

Kuhn, T. S. (1996). The Structure of Scientific Revolutions (3rd ed.). University of Chicago

Press.

Kolb, A. Y., & Kolb, D. A. (2005). Learning styles and learning spaces: Enhancing

experiential learning in higher education. Academy of Management Learning &

Education, 4(2), 193-212.

Lévy, P. (1997). Collective Intelligence: Mankind's Emerging World in

Cyberspace. Perseus Books.

Miles, M. B., Huberman, A. M., & Saldaña, J. (2020). Qualitative Data Analysis:

A Methods Sourcebook. SAGE Publications.

Seeley, T. D. (1995). The Wisdom of the Hive: The Social Physiology of Honey

Bee Colonies. Harvard University Press.

Stringer, E. T. (2013). Action Research. SAGE Publications.

Mills, G. y Gay, L. (2018). Educational Research: Competencies for Analysis and Applications

(12^a ed.). Pearson, Londres

Pérez Echeverría, M. del P., & Pozo Municio, J. I. (1994). *Aprender a resolver problemas y resolver problemas para aprender*. Editorial Santillana.

https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/54335731/2._La_Solucion_de_problemas.1._Aprender_a_resolver_problemas_y_resolver_problemas_para_aprender._Juan_Ignacio_Pozo-libre.pdf

Winston, M. L. (1987). *The Biology of the Honeybee*. Harvard University Press.

Wood, P. y Smith, J. (2018). *Investigar en Educación. Conceptos básicos y metodología para desarrollar proyectos de investigación*. Narcea. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7470566>

Vázquez Pérez, Juan P. Ph.D., (2022). *Investigación -acción en educación científica: planificación, proceso e informe*. Presentación Programa de Investigación y Evaluación Educativa, UPR- Río Piedras.

Vázquez Pérez, Juan P. Ph.D., (2022). *Investigación -acción en educación científica II: Concretización de la Planificación*. Presentación Programa de Investigación y Evaluación Educativa, UPR- Río Piedras.