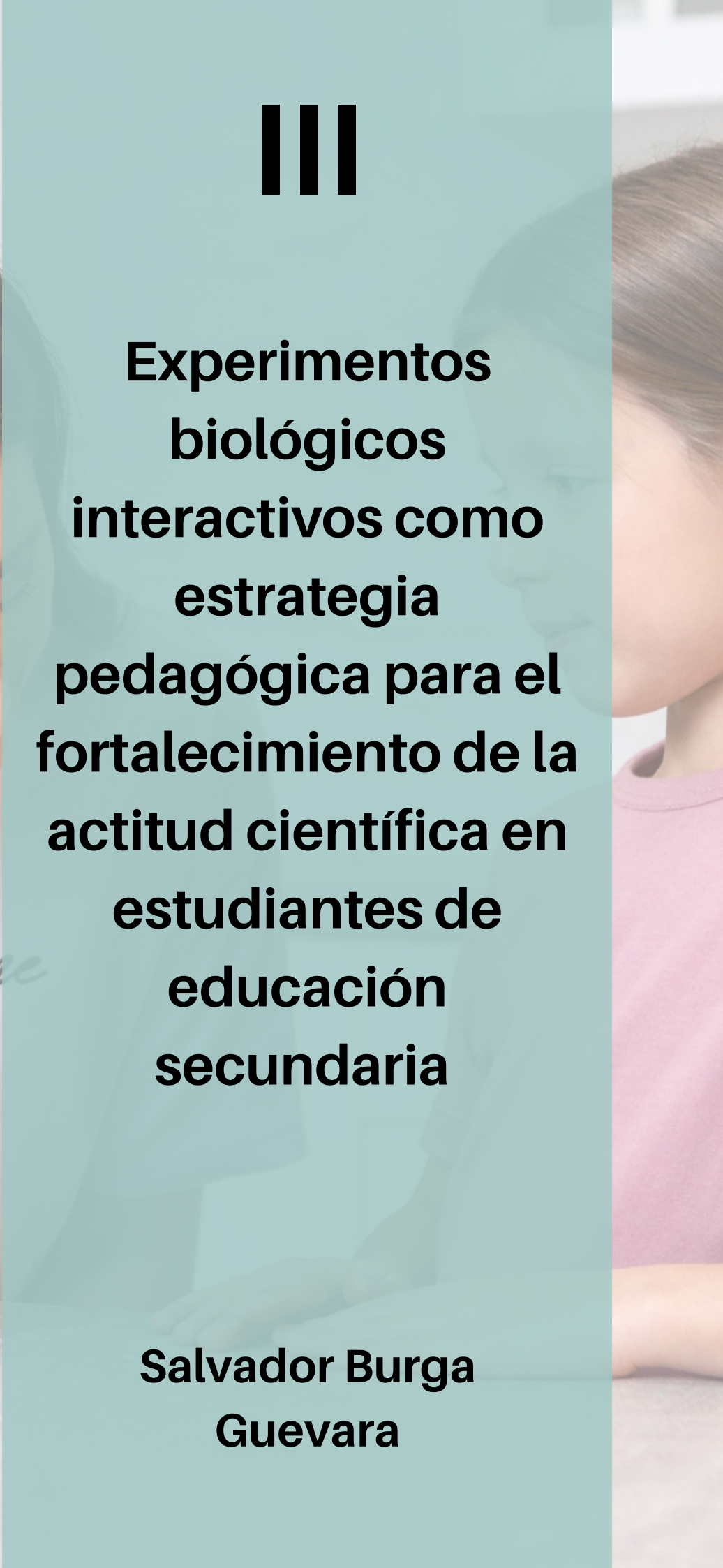




**Experimentos
biológicos
interactivos como
estrategia
pedagógica para el
fortalecimiento de la
actitud científica en
estudiantes de
educación
secundaria**

**Salvador Burga
Guevara**



Experimentos biológicos interactivos como estrategia pedagógica para el fortalecimiento de la actitud científica en estudiantes de educación secundaria

Salvador Burga Guevara

salburga_12@hotmail.com

 <http://orcid.org/0009-0001-1339-186X>

Institución Escuela de Educación Superior Pedagógica Pública "Monseñor Francisco Gonzales Burga" - Lambayeque – Perú

RESUMEN

La formación científica constituye uno de los pilares fundamentales del desarrollo educativo contemporáneo, debido a su contribución en la construcción de pensamiento crítico, habilidades investigativas y comprensión de fenómenos naturales. En este contexto, la presente investigación analiza la eficacia de un programa de experimentos biológicos interactivos orientado a fortalecer la actitud científica en estudiantes del primer grado de educación secundaria de la Institución Educativa Frederick Sanger, ubicada en la provincia de Chiclayo, Perú. El estudio se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo con diseño preexperimental de tipo pretest–posttest aplicado a un solo grupo, conformado por 18 estudiantes. La intervención consistió en la aplicación de un programa experimental estructurado en sesiones de experimentación biológica que integraron procesos del método científico como observación, formulación de problemas, planteamiento de hipótesis, organización de la experimentación, análisis de resultados y elaboración de conclusiones. Los resultados evidenciaron mejoras significativas en todas las dimensiones evaluadas de la actitud científica, comprobadas mediante la prueba estadística t de Student con un nivel de confianza del 95 %. Los hallazgos demuestran que la implementación de estrategias

pedagógicas basadas en experimentación científica contribuye significativamente al desarrollo de habilidades investigativas y a la formación de actitudes científicas en estudiantes de educación básica. Se concluye que la experimentación biológica interactiva constituye una estrategia didáctica eficaz para promover la alfabetización científica y fortalecer la cultura investigativa en el ámbito escolar.

Palabras clave: actitud científica, experimentación biológica, enseñanza de las ciencias, método científico, educación secundaria.

ABSTRACT

Scientific education represents one of the fundamental pillars of contemporary educational development due to its contribution to critical thinking, research skills, and the understanding of natural phenomena. In this context, this study analyzes the effectiveness of an interactive biological experiments program aimed at strengthening scientific attitudes among first-year secondary school students at Frederick Sanger Educational Institution in Chiclayo, Peru. The research followed a quantitative approach with a pre-experimental design using a pretest–posttest single-group structure involving 18 students. The intervention consisted of implementing an experimental program structured around biological experimentation sessions that incorporated key stages of the scientific method, including observation, problem formulation, hypothesis development, experimental organization, data analysis, and conclusion writing. The results showed significant improvements across all evaluated dimensions of scientific attitude, confirmed through the Student’s t-test with a 95% confidence level. Findings indicate that pedagogical strategies based on scientific experimentation significantly contribute to the development of research skills and the promotion of scientific attitudes among secondary school students. The study concludes that interactive biological experimentation represents an effective teaching strategy for fostering scientific literacy and strengthening research culture within school contexts.

Keywords: scientific attitude, biological experimentation, science education, scientific method, secondary education.

INTRODUCCIÓN

El desarrollo científico y tecnológico constituye uno de los principales motores del progreso social y económico de las naciones. En este contexto, la educación científica adquiere una relevancia estratégica debido a su capacidad para formar ciudadanos capaces de comprender, analizar e interpretar fenómenos naturales mediante el uso del pensamiento crítico y el método científico. La formación de una cultura científica en las nuevas generaciones se convierte, por tanto, en un objetivo prioritario de los sistemas educativos contemporáneos, particularmente en un mundo caracterizado por el rápido avance del conocimiento científico y la creciente necesidad de innovación tecnológica.

La enseñanza de las ciencias en el ámbito escolar no solo debe orientarse a la transmisión de conocimientos conceptuales, sino también al desarrollo de habilidades investigativas y actitudes científicas que permitan a los estudiantes participar activamente en la construcción del conocimiento. La actitud científica se entiende como un conjunto de disposiciones cognitivas, afectivas y conductuales que orientan al individuo hacia la observación sistemática, la formulación de preguntas, la elaboración de hipótesis, la experimentación y la interpretación crítica de los resultados obtenidos. Estas actitudes favorecen el desarrollo del pensamiento reflexivo y promueven la capacidad de analizar problemas desde una perspectiva racional y objetiva.

Sin embargo, diversos estudios han evidenciado que en muchos contextos educativos la enseñanza de las ciencias continúa caracterizándose por un enfoque predominantemente teórico y memorístico, centrado en la repetición de contenidos y la transmisión de información. Este modelo pedagógico limita el desarrollo de habilidades investigativas en los estudiantes y reduce las oportunidades de participación activa en procesos de indagación científica. Como consecuencia, los estudiantes suelen mostrar escaso interés por las actividades científicas, lo que se traduce en una actitud pasiva frente al aprendizaje de las ciencias.

La falta de experiencias prácticas y de oportunidades para la experimentación científica en el aula constituye uno de los factores que contribuyen a esta problemática. La

experimentación permite a los estudiantes interactuar directamente con los fenómenos naturales, observar sus características, formular explicaciones y comprobar hipótesis mediante procedimientos sistemáticos. De esta manera, el aprendizaje científico se convierte en un proceso activo de construcción del conocimiento, en el cual los estudiantes participan como investigadores en formación.

Desde una perspectiva pedagógica, el trabajo experimental en ciencias favorece el desarrollo de competencias fundamentales tales como la observación científica, el análisis de datos, la interpretación de resultados y la elaboración de conclusiones basadas en evidencia empírica. Estas competencias no solo contribuyen al aprendizaje de los contenidos científicos, sino que también fortalecen el pensamiento crítico y la capacidad de resolución de problemas.

En el contexto latinoamericano, diversos estudios han señalado la necesidad de promover estrategias didácticas innovadoras que integren la experimentación científica en los procesos de enseñanza y aprendizaje de las ciencias naturales. La incorporación de actividades experimentales en el aula permite a los estudiantes comprender la naturaleza del conocimiento científico y desarrollar habilidades propias del método científico, tales como la formulación de preguntas investigativas, el diseño de experimentos y la interpretación de resultados.

El enfoque constructivista del aprendizaje, basado en las teorías de Jean Piaget, sostiene que el conocimiento se construye a partir de la interacción entre el sujeto y su entorno. En este sentido, las experiencias prácticas y experimentales desempeñan un papel fundamental en el desarrollo cognitivo de los estudiantes, especialmente durante la etapa de las operaciones formales, en la cual los individuos adquieren la capacidad de razonar de manera abstracta y formular hipótesis sobre fenómenos observables.

Asimismo, la propuesta pedagógica de Hodson destaca la importancia del trabajo práctico en la enseñanza de las ciencias, señalando que la experimentación permite a los estudiantes comprender cómo se produce el conocimiento científico y desarrollar habilidades investigativas esenciales para la formación científica. Según este autor, las

actividades experimentales deben integrarse de manera sistemática en los procesos educativos para fomentar la curiosidad, la creatividad y el pensamiento crítico en los estudiantes.

En el contexto educativo peruano, el área curricular de Ciencia, Tecnología y Ambiente tiene como finalidad desarrollar en los estudiantes competencias científicas que les permitan comprender el mundo natural y tomar decisiones informadas respecto a los problemas ambientales y tecnológicos de su entorno. Sin embargo, en muchos casos la enseñanza de esta área continúa centrada en la transmisión de contenidos teóricos, lo que limita el desarrollo de habilidades científicas y reduce la motivación de los estudiantes hacia el aprendizaje de las ciencias.

En este marco, surge la necesidad de diseñar e implementar estrategias pedagógicas que promuevan la experimentación científica como herramienta para fortalecer la actitud científica en los estudiantes. La realización de experimentos biológicos interactivos constituye una alternativa didáctica que permite integrar la teoría con la práctica, facilitando la comprensión de los fenómenos naturales mediante la observación directa y la manipulación de materiales experimentales.

Los experimentos biológicos interactivos se caracterizan por involucrar activamente a los estudiantes en el proceso de investigación científica, permitiéndoles formular preguntas, plantear hipótesis, diseñar procedimientos experimentales y analizar los resultados obtenidos. Este enfoque promueve un aprendizaje significativo, en el cual los estudiantes construyen su propio conocimiento a partir de la experiencia y la reflexión crítica.

En este contexto, la presente investigación tiene como objetivo analizar la eficacia de un programa de experimentos biológicos interactivos para fortalecer la actitud científica en estudiantes del primer grado de educación secundaria. La investigación se desarrolla en la Institución Educativa Frederick Sanger de la provincia de Chiclayo, considerando que la implementación de estrategias experimentales en el aula puede contribuir significativamente

al desarrollo de habilidades investigativas y al fortalecimiento de la cultura científica en el ámbito escolar.

METODOLOGÍA

La presente investigación se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo, orientado a medir de manera objetiva el efecto de la aplicación de un programa de experimentos biológicos interactivos sobre el desarrollo de la actitud científica en estudiantes de educación secundaria. Este enfoque permitió analizar el comportamiento de las variables mediante procedimientos estadísticos, facilitando la identificación de cambios producidos antes y después de la intervención pedagógica.

Paradigma y enfoque de investigación

El estudio se inscribe dentro del paradigma positivista, el cual busca explicar los fenómenos educativos mediante la observación sistemática, la medición objetiva de variables y el análisis estadístico de los resultados. Desde esta perspectiva, el conocimiento científico se construye a partir de la verificación empírica de hipótesis formuladas previamente, permitiendo establecer relaciones causales entre las variables estudiadas.

El enfoque cuantitativo se caracteriza por el uso de instrumentos estructurados para la recolección de datos, así como por la aplicación de técnicas estadísticas que permiten analizar los resultados obtenidos de manera objetiva. En el caso de la presente investigación, se utilizaron instrumentos de medición aplicados antes y después de la intervención experimental con el propósito de evaluar el nivel de desarrollo de la actitud científica en los estudiantes participantes.

Tipo y diseño de investigación

La investigación corresponde al tipo de estudio experimental aplicado en el campo educativo, orientado a analizar el efecto de una intervención pedagógica sobre una variable dependiente. En este caso, la variable independiente está representada por el programa de

experimentos biológicos interactivos, mientras que la variable dependiente corresponde al nivel de desarrollo de la actitud científica en los estudiantes.

El diseño utilizado fue preexperimental con estructura de pretest y posttest aplicado a un solo grupo de participantes. Este diseño permite medir el estado inicial de la variable dependiente antes de la intervención y compararlo posteriormente con los resultados obtenidos después de la aplicación del programa experimental.

El esquema del diseño utilizado puede representarse de la siguiente manera:

$$O_1 — X — O_2$$

Donde:

O_1 = medición inicial (pretest) de la actitud científica

X = aplicación del programa de experimentos biológicos interactivos

O_2 = medición final (posttest) de la actitud científica

Este diseño permitió evaluar los cambios producidos en los estudiantes como consecuencia de la intervención pedagógica.

Población y muestra

La población de estudio estuvo conformada por los estudiantes matriculados en el primer grado de educación secundaria de la Institución Educativa Frederich Sanger, ubicada en la provincia de Chiclayo, región Lambayeque, Perú.

Para el desarrollo de la investigación se seleccionó una muestra conformada por 18 estudiantes pertenecientes a una sección del primer grado de secundaria. La selección de la muestra se realizó mediante un muestreo no probabilístico por conveniencia, considerando la disponibilidad de los estudiantes y las condiciones logísticas para la aplicación del programa experimental.

Los estudiantes participantes tenían edades comprendidas entre los 11 y 12 años, etapa que corresponde al inicio del desarrollo del pensamiento formal según la teoría del desarrollo cognitivo de Jean Piaget. En esta etapa los estudiantes comienzan a desarrollar la capacidad de formular hipótesis, realizar inferencias lógicas y analizar situaciones desde una perspectiva abstracta, lo que resulta fundamental para el aprendizaje de las ciencias.

Variables de investigación

La investigación consideró dos variables principales:

Variable independiente

Programa de experimentos biológicos interactivos.

Esta variable se refiere al conjunto de actividades experimentales diseñadas para promover el desarrollo de la actitud científica mediante la aplicación del método científico en el aula. El programa incluyó diversas sesiones de experimentación relacionadas con contenidos del área de Ciencia, Tecnología y Ambiente.

Variable dependiente

Actitud científica de los estudiantes.

La actitud científica se definió como el conjunto de disposiciones cognitivas y conductuales orientadas hacia la observación, la formulación de problemas, el planteamiento de hipótesis, la experimentación y el análisis de resultados en el contexto del aprendizaje de las ciencias.

Para su evaluación se consideraron las siguientes dimensiones:

- observación científica
- descripción y planteamiento del problema
- formulación de hipótesis

- organización de la experimentación
- análisis de resultados y redacción de conclusiones.

Técnicas e instrumentos de recolección de datos

La técnica principal utilizada para la recolección de datos fue la encuesta estructurada, aplicada mediante un cuestionario diseñado para evaluar el nivel de desarrollo de la actitud científica en los estudiantes.

El instrumento utilizado consistió en un test de actitud científica elaborado específicamente para la investigación. Este instrumento incluyó una serie de afirmaciones relacionadas con las diferentes dimensiones de la actitud científica, las cuales debían ser respondidas por los estudiantes utilizando una escala tipo Likert.

La escala de valoración utilizada fue la siguiente:

A = De acuerdo (3 puntos)

B = Ni de acuerdo ni en desacuerdo (2 puntos)

C = En desacuerdo (1 punto)

El instrumento fue aplicado en dos momentos distintos: antes de la intervención experimental (pretest) y después de la implementación del programa de experimentos biológicos interactivos (postest). Esta estrategia permitió comparar los resultados obtenidos en ambos momentos y evaluar el impacto del programa experimental.

Programa experimental

El programa experimental consistió en la aplicación de una serie de experimentos biológicos diseñados para desarrollar habilidades científicas en los estudiantes. Cada experimento fue estructurado siguiendo las etapas del método científico, con el propósito de promover la participación activa de los estudiantes en el proceso de investigación.

Entre los experimentos desarrollados durante el programa se incluyen:

- experimentos sobre la naturaleza de la materia
- experimentos sobre la transformación de la energía en los alimentos
- experimentos para identificar componentes de la materia viva
- observación microscópica de células y tejidos
- observación de microorganismos presentes en diferentes sustancias.

Cada actividad experimental incluyó las siguientes etapas:

1. Observación del fenómeno
2. Formulación del problema
3. Planteamiento de hipótesis
4. Diseño y ejecución del experimento
5. Registro de resultados
6. Análisis e interpretación de datos
7. Elaboración de conclusiones.

Estas actividades fueron desarrolladas en sesiones de aprendizaje que promovieron el trabajo colaborativo entre los estudiantes, la discusión científica y la reflexión crítica sobre los resultados obtenidos.

Procesamiento y análisis de datos

Los datos obtenidos mediante la aplicación del instrumento de medición fueron organizados en tablas estadísticas para facilitar su análisis e interpretación. Posteriormente,

se calcularon indicadores estadísticos como la media aritmética, la varianza y la desviación estándar para cada una de las dimensiones evaluadas.

Para la contrastación de la hipótesis de investigación se utilizó la prueba t de Student para muestras relacionadas, la cual permite determinar si existen diferencias significativas entre los resultados obtenidos en el pretest y el postest.

El nivel de significancia utilizado fue de $\alpha = 0.05$, lo que corresponde a un nivel de confianza del 95 %. Este procedimiento estadístico permitió verificar si los cambios observados en la actitud científica de los estudiantes fueron estadísticamente significativos como consecuencia de la aplicación del programa experimental.

RESULTADOS

La presentación de los resultados se realizó a partir del análisis comparativo entre las mediciones obtenidas en el pretest y el postest, aplicados a los estudiantes antes y después de la implementación del programa de experimentos biológicos interactivos. El análisis de los datos permitió evaluar el nivel de desarrollo de la actitud científica en sus distintas dimensiones, así como determinar el impacto de la intervención pedagógica sobre las habilidades investigativas de los estudiantes.

Los resultados se organizaron considerando las siguientes dimensiones de la actitud científica:

- observación científica
- descripción y planteamiento del problema
- formulación de hipótesis
- organización de la experimentación
- análisis de resultados y redacción de conclusiones.

Resultados de la dimensión observación científica

La observación constituye uno de los primeros pasos del método científico y representa una habilidad fundamental para el desarrollo del pensamiento científico. En el contexto de la investigación, esta dimensión evaluó la capacidad de los estudiantes para identificar fenómenos, registrar información relevante y analizar características observables de los objetos de estudio.

Los resultados obtenidos en el pretest mostraron que los estudiantes presentaban un nivel moderado de desarrollo en esta habilidad. El promedio obtenido fue de 11.89 puntos, lo que indica que la mayoría de los estudiantes se encontraba en el nivel denominado "camino al logro de aprendizaje". Este resultado evidencia que, antes de la intervención experimental, los estudiantes poseían ciertas nociones básicas sobre la observación científica, aunque aún requerían acompañamiento pedagógico para desarrollar plenamente esta capacidad.

Después de la aplicación del programa de experimentos biológicos interactivos, los resultados del postest mostraron un incremento significativo en el nivel de desempeño de los estudiantes. El promedio alcanzó 15.22 puntos, lo que corresponde al nivel de "logro de aprendizaje en el tiempo programado". Este cambio evidencia una mejora sustancial en la capacidad de los estudiantes para observar fenómenos naturales de manera sistemática y registrar información relevante durante el desarrollo de actividades experimentales.

El análisis de los datos también permitió identificar que el grupo de estudiantes presentó un comportamiento homogéneo en ambas mediciones, lo que indica que los avances observados fueron consistentes en la mayoría de los participantes. En términos porcentuales, el porcentaje de estudiantes que alcanzaron el nivel de logro de aprendizaje aumentó de manera significativa después de la intervención experimental.

Resultados de la dimensión descripción y planteamiento del problema

La segunda dimensión evaluada corresponde a la capacidad de los estudiantes para describir fenómenos observados y formular problemas científicos a partir de dichas

observaciones. Esta habilidad es fundamental en el proceso de investigación científica, ya que permite identificar preguntas relevantes que orientan el desarrollo de investigaciones posteriores.

En el pretest, los resultados mostraron que los estudiantes presentaban dificultades para formular problemas científicos de manera clara y precisa. El promedio obtenido fue de 12.06 puntos, lo que indica que los estudiantes se encontraban principalmente en el nivel de "camino al logro de aprendizaje". Este resultado sugiere que los estudiantes poseían nociones básicas sobre la formulación de problemas, aunque aún requerían orientación pedagógica para desarrollar esta capacidad de manera adecuada.

Después de la implementación del programa experimental, los resultados del postest mostraron una mejora significativa en esta dimensión. El promedio alcanzó 15.17 puntos, lo que corresponde al nivel de logro de aprendizaje esperado para los estudiantes de este nivel educativo. Este incremento evidencia que la participación en actividades experimentales permitió a los estudiantes desarrollar habilidades para identificar problemas científicos a partir de la observación de fenómenos naturales.

Asimismo, el análisis de los resultados indica que la mayoría de los estudiantes lograron formular preguntas investigativas pertinentes durante el desarrollo de las actividades experimentales, lo que demuestra un avance significativo en su capacidad para participar activamente en procesos de indagación científica.

Resultados de la dimensión formulación de hipótesis

La formulación de hipótesis constituye una de las etapas centrales del método científico, ya que permite plantear explicaciones tentativas sobre los fenómenos observados. Esta habilidad implica la capacidad de relacionar conceptos científicos y utilizar el razonamiento lógico para anticipar posibles resultados experimentales.

En el pretest, los resultados evidenciaron que esta dimensión representaba una de las principales dificultades para los estudiantes. El promedio obtenido fue de 9.61 puntos, lo que indica que una proporción significativa de los estudiantes presentaba dificultades para

formular hipótesis científicas de manera adecuada. Este resultado puede explicarse por la escasa experiencia previa de los estudiantes en la realización de actividades experimentales y en el uso del razonamiento hipotético.

Después de la aplicación del programa experimental, los resultados del postest mostraron una mejora considerable en esta dimensión. El promedio alcanzó 12.72 puntos, lo que indica que los estudiantes lograron avanzar hacia el nivel de "camino al logro de aprendizaje". Este resultado demuestra que la práctica constante de actividades experimentales contribuyó al desarrollo de habilidades relacionadas con el razonamiento científico.

Durante las sesiones experimentales, los estudiantes tuvieron la oportunidad de formular hipótesis antes de realizar los experimentos y posteriormente verificar si dichas hipótesis eran confirmadas o rechazadas por los resultados obtenidos. Este proceso favoreció el desarrollo del pensamiento hipotético-deductivo y permitió a los estudiantes comprender la importancia de las hipótesis en el proceso de investigación científica.

Resultados de la dimensión organización de la experimentación

La organización de la experimentación implica la capacidad de planificar y ejecutar procedimientos experimentales de manera sistemática. Esta habilidad incluye la selección de materiales, la identificación de variables relevantes y el diseño de procedimientos que permitan comprobar las hipótesis planteadas.

En el pretest, los resultados mostraron que los estudiantes presentaban un nivel moderado de desarrollo en esta dimensión, con un promedio de 12.06 puntos. Este resultado indica que los estudiantes poseían ciertas habilidades básicas para participar en actividades experimentales, aunque aún requerían orientación para organizar adecuadamente los procedimientos experimentales.

Después de la aplicación del programa de experimentos biológicos interactivos, el promedio obtenido en el postest fue de 15.50 puntos, lo que representa una mejora significativa en el nivel de desempeño de los estudiantes. Este resultado demuestra que la

participación activa en actividades experimentales permitió a los estudiantes desarrollar habilidades relacionadas con la planificación y ejecución de experimentos científicos.

Durante las sesiones experimentales, los estudiantes participaron en la organización de los materiales, la preparación de los equipos y la ejecución de los procedimientos experimentales. Estas actividades promovieron el aprendizaje colaborativo y fomentaron la responsabilidad compartida en el desarrollo de las investigaciones.

Resultados de la dimensión análisis de resultados y redacción de conclusiones

La última dimensión evaluada corresponde a la capacidad de los estudiantes para analizar los resultados obtenidos durante los experimentos y elaborar conclusiones basadas en evidencia empírica. Esta habilidad constituye una de las etapas finales del método científico y requiere la capacidad de interpretar datos y relacionarlos con las hipótesis planteadas.

En el pretest, los resultados mostraron que los estudiantes presentaban dificultades para analizar los resultados experimentales y redactar conclusiones científicas. El promedio obtenido fue de 12.00 puntos, lo que indica que los estudiantes se encontraban principalmente en el nivel de "camino al logro de aprendizaje".

Después de la intervención experimental, el promedio obtenido en el postest fue de 14.06 puntos, lo que representa un avance significativo en esta dimensión. Este resultado evidencia que la participación en actividades experimentales permitió a los estudiantes desarrollar habilidades relacionadas con la interpretación de datos y la elaboración de conclusiones científicas.

Durante las sesiones experimentales, los estudiantes registraron los resultados obtenidos en cada experimento y posteriormente discutieron sus observaciones con sus compañeros y con el docente. Este proceso de reflexión colectiva favoreció la comprensión de los fenómenos estudiados y permitió a los estudiantes desarrollar habilidades de argumentación científica.

Contrastación de la hipótesis de investigación

Para verificar la hipótesis de investigación se aplicó la prueba estadística *t* de Student para muestras relacionadas. Esta prueba permitió comparar los resultados obtenidos en el pretest y el postest con el propósito de determinar si las diferencias observadas eran estadísticamente significativas.

Los resultados obtenidos indicaron que el valor calculado de la estadística *t* fue superior al valor crítico establecido para un nivel de significancia de 0.05 en todas las dimensiones evaluadas. En consecuencia, se rechazó la hipótesis nula y se aceptó la hipótesis alternativa de investigación.

Este resultado permite concluir que la aplicación del programa de experimentos biológicos interactivos tuvo un efecto significativo en el fortalecimiento de la actitud científica de los estudiantes participantes.

DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en la presente investigación permiten reflexionar sobre la importancia de incorporar estrategias pedagógicas basadas en la experimentación científica dentro de los procesos de enseñanza y aprendizaje de las ciencias naturales. En particular, la implementación del programa de experimentos biológicos interactivos evidenció efectos positivos en el desarrollo de la actitud científica de los estudiantes de educación secundaria, lo que confirma la relevancia del aprendizaje experimental como herramienta para promover el pensamiento científico en el contexto escolar.

La mejora observada en las distintas dimensiones de la actitud científica demuestra que la participación activa de los estudiantes en actividades experimentales favorece el desarrollo de habilidades investigativas fundamentales. Estas habilidades incluyen la observación sistemática de fenómenos, la formulación de preguntas científicas, la elaboración de hipótesis, la organización de procedimientos experimentales y la interpretación de los resultados obtenidos. Todas estas competencias constituyen elementos esenciales para la formación científica de los estudiantes.

Uno de los aspectos más relevantes de los resultados obtenidos corresponde al fortalecimiento de la capacidad de observación científica. La observación representa el punto de partida del método científico y constituye una habilidad básica para el desarrollo de procesos de investigación. Los resultados del estudio evidenciaron que los estudiantes mejoraron significativamente su capacidad para identificar características relevantes de los fenómenos estudiados y registrar información durante el desarrollo de las actividades experimentales. Este resultado coincide con los planteamientos de Hodson, quien señala que las actividades prácticas permiten a los estudiantes desarrollar habilidades de observación y análisis que son difíciles de adquirir mediante métodos de enseñanza exclusivamente teóricos.

Asimismo, los resultados muestran que la participación en actividades experimentales contribuyó al desarrollo de la capacidad de los estudiantes para formular problemas científicos. La formulación de problemas constituye una etapa fundamental del proceso de investigación, ya que permite orientar la búsqueda de respuestas y definir los objetivos del estudio. En este sentido, los estudiantes demostraron una mayor capacidad para identificar preguntas relevantes a partir de la observación de fenómenos naturales, lo que refleja un avance significativo en su comprensión del proceso de investigación científica.

Otro aspecto importante que se desprende de los resultados es la mejora en la capacidad de los estudiantes para formular hipótesis. Esta habilidad implica la capacidad de anticipar posibles explicaciones para los fenómenos observados y establecer relaciones entre variables. En el contexto de la investigación, se observó que los estudiantes inicialmente presentaban dificultades para plantear hipótesis coherentes; sin embargo, después de participar en las actividades experimentales, lograron desarrollar un razonamiento más estructurado y formular hipótesis basadas en la observación de los fenómenos estudiados.

Este resultado puede interpretarse a la luz de la teoría del desarrollo cognitivo de Piaget, quien sostiene que durante la etapa de las operaciones formales los estudiantes desarrollan la capacidad de utilizar el razonamiento hipotético-deductivo. En esta etapa, los

individuos adquieren la capacidad de plantear hipótesis y analizar las posibles consecuencias de sus planteamientos, lo que constituye una base fundamental para el aprendizaje de las ciencias.

La organización de la experimentación también mostró avances significativos después de la aplicación del programa experimental. Esta dimensión se relaciona con la capacidad de planificar y ejecutar procedimientos experimentales de manera sistemática. Los estudiantes aprendieron a seleccionar materiales adecuados, seguir instrucciones experimentales y registrar los resultados obtenidos durante el desarrollo de los experimentos. Este proceso permitió que los estudiantes comprendieran la importancia del orden y la rigurosidad en el trabajo científico.

La mejora en esta dimensión también refleja el impacto positivo del aprendizaje colaborativo. Durante las sesiones experimentales, los estudiantes trabajaron en grupos para desarrollar las actividades propuestas, lo que facilitó el intercambio de ideas y la construcción colectiva del conocimiento. Este tipo de interacción social favorece el aprendizaje significativo, ya que permite a los estudiantes contrastar sus ideas con las de sus compañeros y construir explicaciones más complejas sobre los fenómenos estudiados.

La capacidad de analizar resultados y elaborar conclusiones también mostró mejoras importantes después de la intervención experimental. Esta dimensión representa una de las etapas finales del método científico y requiere la capacidad de interpretar los datos obtenidos durante la experimentación. Los estudiantes demostraron una mayor habilidad para relacionar los resultados observados con las hipótesis planteadas inicialmente, lo que indica un avance significativo en su comprensión del proceso de investigación científica.

El desarrollo de esta habilidad también está relacionado con la promoción del pensamiento crítico. Al analizar los resultados de los experimentos, los estudiantes aprendieron a evaluar la validez de sus hipótesis y a reflexionar sobre las posibles causas de los resultados obtenidos. Este proceso de reflexión constituye una parte esencial del aprendizaje científico, ya que permite a los estudiantes comprender que el conocimiento científico se construye a partir de la evidencia empírica.

Los resultados obtenidos en la investigación también coinciden con los hallazgos de diversos estudios que destacan la importancia de la experimentación en la enseñanza de las ciencias. Investigaciones realizadas en diferentes contextos educativos han demostrado que la incorporación de actividades experimentales en el aula contribuye al desarrollo de habilidades científicas y mejora la actitud de los estudiantes hacia el aprendizaje de las ciencias.

En este sentido, autores como Fensham han señalado que el aprendizaje científico debe basarse en la participación activa de los estudiantes en procesos de indagación, ya que este enfoque permite comprender mejor la naturaleza del conocimiento científico. Del mismo modo, Tamir sostiene que las actividades experimentales favorecen el desarrollo de habilidades cognitivas de orden superior, como el análisis, la síntesis y la evaluación.

Desde una perspectiva pedagógica, los resultados de la investigación también resaltan la importancia de adoptar enfoques constructivistas en la enseñanza de las ciencias. El constructivismo plantea que el conocimiento se construye a partir de la interacción entre el individuo y su entorno, lo que implica que el aprendizaje debe basarse en experiencias significativas que permitan a los estudiantes relacionar los nuevos conocimientos con sus experiencias previas.

En el caso de la presente investigación, los experimentos biológicos interactivos proporcionaron a los estudiantes experiencias concretas que facilitaron la comprensión de conceptos científicos. Al manipular materiales, observar fenómenos y analizar resultados, los estudiantes pudieron construir su propio conocimiento sobre los temas estudiados, lo que contribuyó a un aprendizaje más profundo y significativo.

Además, la implementación del programa experimental permitió fortalecer la motivación de los estudiantes hacia el aprendizaje de las ciencias. Las actividades experimentales despertaron la curiosidad de los estudiantes y promovieron su interés por investigar los fenómenos naturales. Este aspecto es especialmente relevante en el contexto educativo actual, donde uno de los principales desafíos de la enseñanza de las ciencias consiste en despertar el interés de los estudiantes por el conocimiento científico.

Otro aspecto relevante que emerge de la discusión de los resultados es la necesidad de fortalecer la formación docente en el uso de estrategias experimentales en el aula. La implementación efectiva de actividades experimentales requiere que los docentes posean conocimientos sólidos sobre el método científico y sobre las estrategias pedagógicas que favorecen el aprendizaje activo de los estudiantes. Por esta razón, resulta fundamental promover programas de formación docente orientados a fortalecer las competencias pedagógicas relacionadas con la enseñanza experimental de las ciencias.

Asimismo, es importante considerar que la implementación de actividades experimentales en el aula requiere la disponibilidad de recursos materiales y de infraestructura adecuada. En muchos contextos educativos, la falta de laboratorios equipados y de materiales experimentales representa una limitación para el desarrollo de actividades prácticas. En este sentido, resulta necesario que las instituciones educativas y las autoridades educativas promuevan políticas orientadas a fortalecer la infraestructura científica de las escuelas.

Finalmente, los resultados de la investigación permiten afirmar que la implementación de programas de experimentación científica en el ámbito escolar puede contribuir significativamente al fortalecimiento de la actitud científica de los estudiantes. Este tipo de iniciativas no solo favorece el aprendizaje de los contenidos científicos, sino que también contribuye al desarrollo de competencias fundamentales para la formación integral de los estudiantes.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en la presente investigación permiten establecer diversas conclusiones relacionadas con el impacto de la implementación de un programa de experimentos biológicos interactivos en el desarrollo de la actitud científica de los estudiantes de educación secundaria.

En primer lugar, se concluye que antes de la aplicación del programa experimental los estudiantes presentaban un nivel limitado de desarrollo en las habilidades relacionadas

con la actitud científica. Las dificultades más evidentes se observaban en la formulación de hipótesis, en la organización de la experimentación y en la interpretación de los resultados obtenidos durante las actividades experimentales. Estas limitaciones reflejan las dificultades que enfrentan muchos estudiantes cuando su aprendizaje de las ciencias se basa principalmente en métodos de enseñanza teóricos y memorísticos.

En segundo lugar, la implementación del programa de experimentos biológicos interactivos permitió fortalecer significativamente las habilidades científicas de los estudiantes. Los resultados obtenidos en el postest evidenciaron mejoras en todas las dimensiones evaluadas de la actitud científica, lo que demuestra que la participación activa en actividades experimentales favorece el desarrollo del pensamiento científico.

Asimismo, se concluye que las actividades experimentales permitieron a los estudiantes comprender de manera más clara las etapas del método científico, lo que facilitó el desarrollo de habilidades relacionadas con la observación, la formulación de problemas, la elaboración de hipótesis y la interpretación de los resultados experimentales.

Otra conclusión relevante es que la experimentación científica contribuye a promover el aprendizaje significativo en el área de ciencias. Al participar en actividades prácticas, los estudiantes tienen la oportunidad de relacionar los conceptos teóricos con experiencias concretas, lo que facilita la comprensión de los fenómenos naturales y favorece la construcción del conocimiento científico.

Los resultados de la investigación también permiten concluir que la implementación de estrategias pedagógicas basadas en la experimentación científica puede contribuir a mejorar la motivación de los estudiantes hacia el aprendizaje de las ciencias. Las actividades experimentales despertaron la curiosidad de los estudiantes y promovieron su interés por investigar los fenómenos naturales, lo que constituye un factor clave para el desarrollo de una cultura científica en el ámbito escolar.

Finalmente, la contrastación de la hipótesis de investigación mediante la prueba estadística *t* de Student permitió confirmar que el programa de experimentos biológicos interactivos tuvo un efecto significativo en el fortalecimiento de la actitud científica de los

estudiantes. Este resultado respalda la importancia de promover estrategias pedagógicas innovadoras que integren la experimentación científica en los procesos de enseñanza y aprendizaje de las ciencias naturales.

REFERENCIAS

- Arrieta, J., & Araque, C. (2006). *Didáctica de las ciencias naturales*. Editorial Síntesis.
- Bornmann, L., & Leydesdorff, L. (2011). Which cities produce excellent papers worldwide more than can be expected? A new mapping approach using Google Maps based on statistical significance testing. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 62(10), 1954–1962.
- Carl, A. (1992). *Teacher empowerment through curriculum development: Theory into practice*. Juta & Company.
- De la Lama, M. (1997). *La vocación científica y la formación del investigador*. Editorial Universitaria.
- Duggan, S., & Gott, R. (1995). *Practical work in the science curriculum*. Open University Press.
- Fensham, P. (2004). Defining an identity: The evolution of science education as a field of research. *Science Education*, 88(3), 367–385.
- García Barros, S. (2008). La enseñanza experimental de las ciencias en la educación secundaria. *Enseñanza de las Ciencias*, 26(3), 381–392.
- García, M. (2003). La experimentación como estrategia didáctica en la enseñanza de las ciencias naturales. *Revista de Educación Científica*, 12(2), 45–58.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6.ª ed.). McGraw-Hill.

- Hodson, D. (1994). Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. *Enseñanza de las Ciencias*, 12(3), 299–313.
- Jarvis, T. (2004). Teachers' attitudes toward science and the impact on pupils' attitudes. *International Journal of Science Education*, 26(3), 347–363.
- Kerlinger, F., & Lee, H. (2002). *Investigación del comportamiento: Métodos de investigación en ciencias sociales*. McGraw-Hill.
- León, O. (2010). *Investigación educativa: Fundamentos y metodología*. Editorial Universitaria.
- Londoño, F., Rodríguez, L., & Gutiérrez, M. (2002). Desarrollo de la actitud científica en estudiantes de educación básica. *Revista Colombiana de Educación Científica*, 4(1), 25–38.
- Mendoza, J. (2008). *Metodología de la investigación científica*. Editorial Universitaria.
- Navarro, M., & Forster, C. (2012). Actitudes hacia la ciencia en estudiantes de educación secundaria. *Revista Iberoamericana de Educación*, 59(2), 1–15.
- Nott, M. (1996). Practical work in school science. *Studies in Science Education*, 27, 57–84.
- Osorio, C. (2004). La enseñanza experimental de las ciencias naturales en la escuela secundaria. *Revista Latinoamericana de Educación Científica*, 3(2), 87–102.
- Piaget, J. (1972). *La psicología de la inteligencia*. Editorial Psique.
- Piscoya, L. (1987). *Metodología de la investigación científica*. Editorial San Marcos.
- Portillo, J. (2003). *Metodología de la investigación científica aplicada*. Fondo Editorial Universitario.
- Rabadan, R., & Martínez, J. (1999). La actitud científica en estudiantes de educación básica. *Revista de Educación Científica*, 5(2), 45–59.

- Sánchez, H. (2003). *Metodología y diseño en la investigación científica*. Editorial Universitaria.
- Sánchez, R. (2008). Actitudes hacia la ciencia y su influencia en el aprendizaje científico. *Revista de Investigación Educativa*, 26(2), 375–389.
- Tamir, P. (1991). Practical work in school science: An analysis of current practice. *International Journal of Science Education*, 13(3), 299–308.
- Tovar, J. (1985). *El método científico y la investigación experimental*. Editorial Trillas.
- Trejo, M. (2008). Actitud científica y desarrollo del pensamiento crítico en estudiantes. *Revista Latinoamericana de Investigación Educativa*, 10(1), 65–78.
- Universia Perú. (2012). Investigación científica en el Perú: Retos y desafíos para el desarrollo académico. Universia.
- Van Dalen, D., & Meyer, W. (1981). *Manual de técnicas de investigación educacional*. Paidós.