



DEPARTAMENTO DE  
**EDUCACIÓN**



Universidad de Puerto Rico, Recinto de Rio Piedras

Departamento de Educación de Puerto Rico

BIORETS: BioInteractions (NSF Núm. 2147012)

Escuela Superior Francisco Gaztambide Vega

Incremento del dominio de alfabetización científica en estudiantes de décimo grado del curso de  
Biología en los procesos de Investigación científica

Sandra Beltrán Morales

Maestra Biología

Escuela Superior Francisco Gaztambide Vega



## Índice

Introducción	3-5
Marco Teórico	5-8
Planteamiento del Problema	8-10
Dificultades Específicas	10-11
Propósitos	11
Preguntas de Investigación	11-12
Método	12-14
Diseño	14-15
Participantes	15-17
Plan para Acción	17-21
Explicación de la Acción	21-31
Análisis de Resultados	32-45
Referencias	46-48
Anejos	49-51



## Introducción

La educación en las ciencias evolucionó hacia un nuevo paradigma, dejando atrás el énfasis en la formación de científicos y enfocándose en educar para lograr que todos los individuos alcancen un dominio de la alfabetización científica (Zucker, 2021). Aunque esa es la proyección de los estándares del Programa de Ciencias de Puerto Rico, los cuales están en consonancia con los Next Generation Science Standards (NGSS), existe un desfase entre la visión y los procesos de enseñanza y aprendizaje en la sala de clase. Posiblemente, se deba a que la alfabetización científica es un concepto abarcador y se requiera de varias destrezas para poder desarrollarla (MacKenzie, 2023). Es un enfoque integral que fomenta las destrezas del pensamiento crítico, comprensión lectora, redacción, comunicación, tecnología, destrezas que no todos los estudiantes que participan en cursos de ciencias han logrado dominar por completo.

De acuerdo con los Estándares Nacionales de Educación Científica (1996), la alfabetización científica es la comprensión de los conceptos y procesos científicos, incluida la capacidad de vincular la ciencia y la tecnología con un impacto tanto en el individuo como la sociedad. El desarrollo de la alfabetización científica es necesario para la toma de decisiones personales, la participación en asuntos cívicos y culturales, y la productividad económica (National Research Council, 1996) (pág., 22). Según National Research Council (1996) un individuo con un dominio de la alfabetización científica es una persona que:

- puede preguntar, encontrar o determinar respuestas a preguntas derivadas de la curiosidad sobre las experiencias cotidianas;
- tiene la capacidad de describir, explicar y predecir fenómenos naturales;
- es capaz de leer, con comprensión, artículos sobre ciencia en la prensa popular y entablar una conversación social sobre la validez de las conclusiones;



- puede identificar las cuestiones científicas que subyacen a las decisiones nacionales y locales y expresar posiciones que están científica y tecnológicamente informadas;
- es capaz de evaluar la calidad de la información científica sobre la base de su fuente y de los métodos utilizados para generarla;
- tiene la capacidad de plantear y evaluar argumentos basados en evidencia y de aplicar las conclusiones de dichos argumentos de manera adecuada.

La alfabetización científica no es una habilidad innata; debe aprenderse por medio de lecciones, práctica y participación en actividades que proporcionen una educación científica sólida (MacKenzie, 2023). Para lograr un dominio se requiere incorporar, al proceso de enseñanza aprendizaje, problemáticas de la vida real, promover el pensamiento crítico mediante la evaluación de trabajos científicos y una reflexión constante del aprendizaje adquirido. Además, proporcionar oportunidades de aprendizaje práctico como los laboratorios científicos, utilizar diversidad de multimedios como “podcast”, “blogs” páginas web interactivas y videos, abordar conceptos erróneos, colaborar con recursos comunitarios y crear una cultura para hacer visible el pensamiento de los estudiantes (MacKenzie, 2023).

Entendiendo que la alfabetización científica promueve el desarrollo integral de los estudiantes y reconociendo el bajo dominio de esta habilidad en los alumnos de décimo grado de la escuela Francisco Gaztambide Vega, se realizará una investigación en acción para atender esta necesidad. El propósito de esta investigación es determinar si la implementación de diversas estrategias de enseñanza promueve un incremento en el dominio de la alfabetización científica en los estudiantes. Creswell y Guetterman (2019) afirmaron que la investigación en acción “es un diseño útil para abordar problemas específicos de la sala de clases y para fortalecer que los individuos mejoren sus situaciones de trabajo” (p. 587). Según Lomax (1990), la investigación en acción es “una



intervención en la práctica profesional con la intención de ocasionar una mejora”. Las características de este tipo de investigación permiten que el educador mejore su práctica, comprenda su práctica, desde una perspectiva reflexiva, y logre que el estudiantado alcance dominio de la destreza en necesidad. El diseño de investigación en acción permite involucrar al participante de forma activa en el proceso de la investigación, promoviendo el aprendizaje en la experiencia práctica. El participante, que muestra la necesidad, se incorpora en todas las etapas de la estrategia implementada por el investigador, lo que fomenta el desarrollo de las destrezas de alfabetización científica.

### **Marco Teórico**

National Research Council (1996) define la alfabetización científica como el conocimiento y la comprensión de los conceptos y procesos científicos necesarios para toma de decisiones personales, participación asuntos cívicos y culturales, y productividad económica. National Science Education Standards (1996) expone una definición más específica sobre la alfabetización científica, la cual se describe en varios puntos: significa que una persona puede preguntar, encontrar o determinar respuestas a preguntas derivadas de la curiosidad por las experiencias cotidianas. Significa que una persona tiene la capacidad de describir, explicar y predecir fenómenos naturales. La alfabetización científica implica ser capaz de leer con comprensión artículos sobre ciencia en la prensa popular y participar en una conversación social sobre la validez de las conclusiones. Alfabetización científica implica que una persona puede identificar científicamente cuestiones que subyacen a las decisiones nacionales y locales y expresar posiciones científicas y tecnológicamente fundamentadas. Un ciudadano alfabetizado debería poder evaluar la calidad de la información científica sobre la base de su fuente y de los métodos



utilizados para generarla. La alfabetización científica implica la capacidad de plantear y evaluar argumentos, basarse en evidencia y aplicar conclusiones de tales argumentos adecuadamente.

Para desarrollar en los estudiantes las destrezas de alfabetización científica es necesario una reflexión sobre las prácticas de enseñanza en la sala clase. Se requiere identificar e implementar aquellas estrategias que fomenten el desarrollo de la alfabetización científica en los estudiantes. La versatilidad de los cursos de ciencia permite la utilización de múltiples estrategias donde el estudiante se convierte en un arquitecto del aprendizaje por medio de las investigaciones científicas. La implementación de estrategias donde el estudiante deja de ser un simple receptor y asume un rol más protagonista en su aprendizaje, inicialmente crea un ambiente de complejidad, pero es necesario romper los esquemas mentales para provocar cambios. Un proceso esquematizado, donde el maestro incrementa los espacios de reflexión, el intercambio de ideas entre pares, la redacción constante de lo aprendido, donde sea necesario el uso de conceptos científicos y el diseño de los procesos de investigación científica, fomentará un cambio positivo en la alfabetización científica de los estudiantes.

Según Jean Piaget y Lev Vygotsky, en la teoría de constructivismo, el aprendizaje es un proceso de construcción y reconstrucción de significados a través de la interacción con el entorno y la reflexión sobre las experiencias (Bravo, 2024). Por medio de procesos de enseñanza conductista, el estudiante tiene una participación pasiva limitando un aprendizaje significativo. Como resultado, los estudiantes no tienen la oportunidad de reflexionar ni recibir retroalimentación sobre su participación en esta. Un ambiente de aprendizaje constructivista en la sala de clases es esencial para el desarrollo metacognitivo de los estudiantes, lo que les permite tomar conciencia de la importancia de los conocimientos que adquieren y tomando control de su propio aprendizaje,



fomentando el empoderamiento y la adquisición de un aprendizaje significativo (Lisbet et al., 2023).

En los procesos de investigación científica, donde se le presentan problemas de la vida real a los estudiantes y estos desarrollan destrezas para la resolución de este, se produce un aprendizaje derivado del descubrimiento. Según Jerome Bruner (1960), en su teoría cognitiva, el estudiante construye su conocimiento por su participación activa en el proceso. Mediante el andamiaje (“scaffolding”) las tareas complejas se descomponen en unas más pequeña promoviendo que el estudiante tenga un dominio gradual del conocimiento. Inicialmente, el maestro provee lo necesario para guiar al estudiante, pero a medida que este se inserte en el proceso toma una función de mayor liderazgo teniendo un mayor control de su aprendizaje (Fernández et al., 2002). Además, se enfatiza en la interacción social donde el conocimiento se refuerza por el trabajo colaborativo. La estrategia de trabajo colaborativo permite la cohesión de ideas para construir juntos metas establecidas y poder construir conocimiento, tal como menciona Revelo, et al. (2017); “el trabajo colaborativo es un proceso en el que un individuo aprende más de lo que aprendería por sí solo, fruto de la interacción de los integrantes de un equipo, quienes saben diferenciar y contrastar sus puntos de vista, de tal manera, que llegan a generar un proceso de construcción de conocimiento”. En otras palabras, el trabajo colaborativo permite unir ideas y caminar hacia un aprendizaje significativo.

El proceso de investigación científica en la sala de clases permite que el estudiante esté inmerso en la discusión de problemas de la vida real. Para lograr la proposición de una posible solución, se requiere que el estudiante estudie el tema y reflexione sobre el conocimiento adquirido. La utilización de esta estrategia, en la sala de clases, fomenta que ocurra un intercambio de ideas y de conocimiento entre pares, incrementando el aprendizaje en los alumnos. La estructura de los



procesos de investigación científica permite que el problema planteado sea dividido en partes lo que causa que el estudiante pueda gradualmente adquiriendo el conocimiento. Esto fomenta que sea más viable un incremento de la alfabetización científica en los estudiantes. Según González y Gatica (2008), la enseñanza de las ciencias debe plantear problemas para aprender ciencias, los cuales deben caracterizarse por ser problematizadores, auténticos y similares a situaciones que se desarrollan en los contextos científicos reales; pero también significativos para los estudiantes que aprenden; relevantes para la disciplina científica que se enseña; que promuevan los procesos reflexivos y que sean factibles de ser enfrentados por los estudiantes.

Basado en las teorías de aprendizaje discutidas, se realiza una investigación en acción con estudiantes de décimo grado, que reciben el curso de biología, donde se utiliza la estrategia de investigación científica para incrementar la alfabetización científica en los alumnos. Los estudiantes pasan por todos los pasos de la investigación científica, como planteamiento de problema, hipótesis, diseño de la investigación, análisis de datos y conclusión. En cada etapa se da énfasis a tres elementos: exposición de ideas y argumentos entre pares, reflexión constante sobre lo aprendido y redacción del aprendizaje adquirido.

### **Planteamiento del problema**

Anualmente, el Departamento de Educación de Puerto Rico (DEPR) mide el aprendizaje de los estudiantes mediante pruebas estandarizadas de los cursos de español, matemática, ciencia e inglés. Estas pruebas están alineadas a los estándares y destrezas presentes en los currículos, de las materias previamente mencionadas, los cuales se establecieron por el Departamento de Educación de Puerto Rico. Para conocer el desempeño de los estudiantes en las materias de español, ciencias, inglés y matemáticas, las pruebas estandarizadas se administran en el nivel elemental, intermedia y superior. De acuerdo con el análisis de los resultados del desempeño de



todos los estudiantes, en estas pruebas estandarizadas, impartidas en el año escolar 2022-2023, los pertenecientes a la escuela Francisco Gatzambide mostraron una disminución de 8% en el dominio del estándar de comprensión lectora, en ciencia una disminución de un 3%, específicamente en biología, y en matemáticas en ningún año se ha mostrado dominio manteniéndose en un desempeño de 0% (DEPR, nd). Estos resultados se reflejan en la ejecución de los estudiantes en sus tareas de assessment, en las distintas materias que cursan. Se puede establecer que estas limitaciones en estas destrezas y materias provocan que los estudiantes presenten un bajo dominio de la alfabetización científica.

El bajo dominio de la alfabetización científica trae como consecuencia en los estudiantes un bajo desempeño en sus materias de ciencia y matemática. La carencia de conocimiento sobre los conceptos científicos, sus significados y aplicación, limita a los estudiantes en la participación de investigaciones científicas y la redacción de informes de laboratorio que cumplan con todos los criterios evaluados. Aunque en todos los años escolares reciben educación en conceptos de ciencia, las estrategias utilizadas por los maestros no han sido efectiva en crear aprendizajes significativos que los lleven a otros niveles de aplicación, necesarios para la realización de investigaciones científicas efectivas. A medida que avanzan en su educación, los estudiantes necesitan tomar decisiones fundamentadas en información científica, ya sea en la elección de carrera o en decisiones personales que se relacionan con la salud, el medio ambiente o la tecnología, un desconocimiento de conceptos científicos podría afectar estos aspectos. Estudiantes que tienen un grado de atracción por temas relacionados a las ciencias podrían limitarse en la selección de carreras profesionales al desconocer toda la variedad de especialidades. El desconocimiento de conceptos biológicos y anatómicos podría afectar la comprensión de asuntos relacionados a la salud. Cada vez más, la alfabetización científica es valorada por el empleador siendo una habilidad



que brinda mejores oportunidades laborales. Un empleado que pueda desempeñarse en diversas áreas incrementa la posibilidad de competencia de las compañías, evitando que el empleador tenga inversiones económicas en adiestramientos y/o entrenamientos. En su vida adulta, un bajo dominio de la alfabetización científica también presenta repercusiones tales como la falta de discriminación de información basada en datos científicos que podría promover en la difuminación de información incorrecta y tomar decisiones erróneas (Li Y and Guo M., 2021). La falta de análisis de datos puede llevar a no comprender la urgencia del cambio climático y evitar establecer prácticas sostenibles, propiciando el incremento del problema ambiental. Además, la falta de destrezas tecnológicas limita el análisis de datos y la búsqueda de fuentes confiables lo que coarta sus habilidades en el campo laboral.

### **Dificultades específicas**

En el campo de la ciencia, la investigación o experimentación científica se estructura bajo los procesos de metodología científica. Dos componentes vitales en este proceso son la comprensión de los conceptos científicos y las conclusiones fundamentadas en el análisis e interpretación de los datos. Las investigaciones científicas requieren una comprensión del concepto a estudiar y es en relación con este conocimiento que surgen las preguntas que propician el desarrollo de investigaciones. Para obtener estos conocimientos se requiere un proceso de lectura de múltiples fuentes, entre ellas, libros, revistas científicas, artículos e investigaciones de otros científicos. Se espera que un conocimiento de los conceptos científicos le permita al lector una comprensión de la información recibida. La falta de entendimiento de los conceptos científicos y la manifestación de la naturaleza imposibilita que los estudiantes puedan iniciar un proceso de investigación científica y alcanzar la alfabetización científica. Otra dificultad que se manifiesta en



los estudiantes es la formación de una conclusión que se sustente en el análisis e interpretación de los datos recolectados durante la experimentación. Cuando hay un entendimiento limitado de los conceptos científicos y su aplicación en la interpretación de los datos, se puede observar una falta de habilidad para redactar conclusiones válidas que estén respaldadas por argumentos basados en los datos.

### **Propósitos**

En esta investigación en acción se desea:

- indagar en torno al nivel de dominio de la alfabetización científica de los estudiantes de 10mo grado en el curso de Biología;
- implementar un plan de acción con los estudiantes, con énfasis en recursos diversos para el incremento de la alfabetización científica, desde una perspectiva alternativa;
- medir el cambio en torno al dominio de la alfabetización científica de los estudiantes antes y después de la implantación del plan para acción;
- argumentar acerca de las experiencias de aprendizaje de los estudiantes en torno al incremento de la alfabetización científica.

### **Pregunta de investigación**

- ¿Qué nivel de dominio de la alfabetización científica tienen los estudiantes de décimo grado en el curso de Biología?
- ¿Cómo debe implementarse un plan de acción con los estudiantes de décimo grado en el curso de Biología, con énfasis en recursos diversos para el incremento del dominio de la alfabetización científica, desde una perspectiva alternativa?



- ¿Cómo cambia el dominio de la alfabetización científica de los estudiantes de 10mo grado en el curso de Biología, antes y después de la implantación del plan de acción?
- ¿Cómo los hallazgos cualitativos facilitan la argumentación de los resultados cuantitativos del incremento de la alfabetización científica de estudiantes de décimo grado, a través de implementación de un plan para acción con recursos alternativos?

## **Método**

Un incremento en la alfabetización científica de un individuo no es adquirido rápidamente. Se requiere un proceso gradual y constante de aprendizaje para alcanzar un dominio de las destrezas implicadas. El entendimiento y aplicación correcta de los conceptos, la transferencia del aprendizaje a otros escenarios, expresar de forma hablada y escrita lo aprendido, el análisis de los hallazgos y la toma de decisiones basados en estos son destrezas que se adquieren paulatinamente. Por tal razón, en esta investigación en acción se utilizarán métodos cuantitativos y cualitativos, mixtos, para guiar la implementación de la acción y la recopilación de datos. Se determina el nivel de alfabetización científica al inicio y al final de la implementación del plan de acción utilizando el método cuantitativo. Para determinar el desarrollo de la alfabetización científica en los estudiantes participantes se utiliza el método cualitativo. La complementación de ambos métodos permite observar en el estudiante la adquisición de las destrezas que le ayudan a incrementar su alfabetización científica a través de la implementación del plan de acción.

La investigación con métodos cuantitativos, según Hernández et al. (2014), “se fundamenta en la medición (se miden las variables o conceptos contenidos en las hipótesis). Esta recopilación se lleva a cabo al utilizar procedimientos estandarizados y aceptados por una comunidad científica” (p. 5). Los autores, expertos en el tema, pusieron énfasis en que, si los datos son producto de



mediciones, se representan mediante cifras y se analizan con métodos estadísticos. En las investigaciones con métodos cuantitativos permite medir y analizar los hallazgos de forma precisa y objetiva. Con escalas numéricas y el uso de puntuaciones se puede cuantificar el dominio de la alfabetización científica de los estudiantes antes y después de la intervención del plan de acción. Los datos cuantitativos promueven la toma de decisiones informada, ya sea integrando la nueva estrategia en los procesos de enseñanza-aprendizaje o reflexionando sobre nuevas estrategias que mejoren el aprendizaje de los estudiantes. Mediante este método se puede determinar cuantitativamente si los estudiantes participantes presentaron cambios en su alfabetización científica luego de implementada del plan de acción. Esto permite al investigador reflexionar sobre cuanto fue el impacto de la implementación del plan de acción, ya sea para reestructurar el proceso de enseñanza-aprendizaje en futuras planificaciones o incursionar en la búsqueda de nuevas estrategias con el fin de contribuir en el aprendizaje del alumnado y mejorar las prácticas educativas.

La metodología cualitativa se conoce como la investigación que produce datos descriptivos: las propias palabras de las personas, habladas o escritas, y la conducta observable (Quesedo & Castaño, 2002). Taylor, S.J. y Bogdan R. (1986) establecen que los estudios cualitativos dan énfasis a la validez de la investigación, asegurando un estrecho ajuste entre los datos y lo que realmente la gente hace y dice. Observando a las personas en su vida cotidiana, escuchándoles hablar sobre lo que tienen en mente, y viendo los documentos que producen, el investigador cualitativo obtiene un conocimiento directo, no filtrado por conceptos, definiciones operacionales y escalas clasificatorias. Según Quesedo y Castaño (2002) los métodos cualitativos pueden utilizarse de forma complementaria, para incrementar la fiabilidad o validez de un diseño cuantitativo. Aumentan la replicabilidad del tratamiento, proporcionando un marco contextual y



procesual para la manipulación experiencial, y refuerzan la validez de los resultados confirmando la relevancia de los constructos para las situaciones reales. Mediante este método se puede evidenciar el desarrollo paulatino del alumnado a través de todo el proceso de implementación del plan de acción. El dominio de las destrezas que acompañan una alfabetización científica se alcanza gradualmente, lo cual una observación cualitativa permite que el investigador conozca el desarrollo de estas en el alumnado.

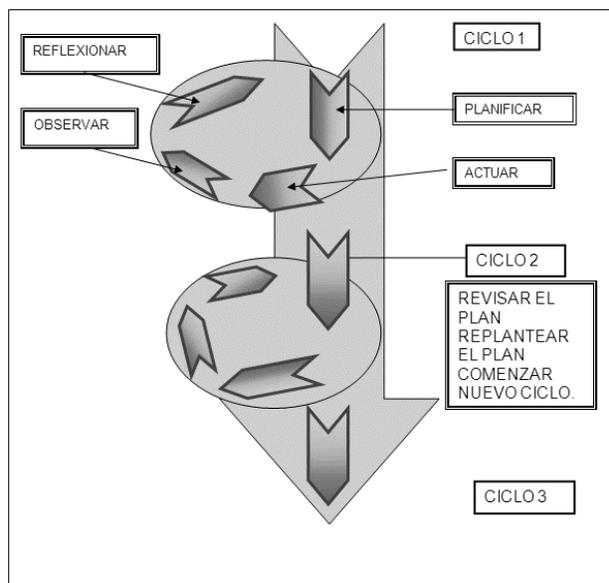
Según Tashakkori y Cesell (2007), en el editorial del primer número de la revista *Journal of Mixed Methods Research*, definen la investigación mixta como aquella en la que el investigador recoge y analiza datos, integra los resultados y establece inferencias utilizando aproximaciones o métodos cuantitativos y cualitativos en un mismo estudio o programa de investigación. Gay y Mills (2018) indicaron que, el propósito de los métodos mixtos es potenciar la sinergia y fortaleza que existen entre los métodos de investigación cuantitativos y cualitativos para entender un fenómeno de forma más completa, que si se realiza con unos de los métodos por separado. Creswell y Plano (2018) establecieron que los métodos mixtos permiten la obtención de resultados más completos y corroborarlos. Con la información cualitativa se tiene un entendimiento más detallado acerca del problema, puede que los datos cuantitativos y la información cualitativa sean contradictorios, situación que no se obtiene si se indaga con un solo tipo de método (Vazquez, 2024).

## **Diseño**

Existen diversos modelos de investigación en acción. El modelo utilizado para esta investigación en acción será el propuesto por Kemmis. Este modelo fue diseñado para ser aplicado en el proceso de enseñanza (1989). El modelo está organizado en dos ciclos: uno estratégico, constituido por la acción y la reflexión; y otro organizativo, constituido por la planificación y la

observación (Latorre, 2007) (Figura 1). Ambos ciclos están en interacción, contribuyendo en la resolución del problema y la comprensión de las prácticas educativas (Latorre, 2007). El proceso está dividido en cuatro fases: planificación, acción, observación y reflexión (Kemmis, 1989). Este modelo permite que el docente mejore sus prácticas educativas mediante la implementación de un plan de acción que posee la versatilidad de ser adaptado a la sala de clases (Campayo, 2018).

Figura 1. Fases investigación-acción (Kemmis, 1989) (Campayo, 2018)



## Participantes

Para seleccionar los participantes de esta investigación se utilizará un muestreo de conveniencia. Acorde con Creswell (2008), el muestreo por conveniencia es un procedimiento de muestreo cuantitativo en el que la investigadora selecciona a los participantes, ya que están dispuestos y disponibles para ser estudiados. La muestra se compone de aquellos que sean más convenientes, se seleccionan a los individuos más cercanos para participar (Cohen et al., 2003). Esta muestra puede ser un grupo entero o individuos disponibles para participar en el estudio que también puede consistir en voluntarios (Creswell, 2012). Por su parte, McMillan y Schumacher



(2001) indicaron que este tipo de muestra es menos costosa, no requiere mucho tiempo en la selección de esta, es fácil de administrar, asegura alta participación y podría ser utilizada para generalizar a sujetos similares. Se seleccionarán 80 estudiantes de décimo grado de la escuela superior Francisco Gaztambide Vega, matriculados en el curso de Biología. Los estudiantes de décimo grado fluctúan entre las edades de 14-16 años, el 57% pertenece al programa regular (no adscrito al programa de educación especial) y el 43% al Programa de Educación Especial con diversidad de necesidades como problemas específicos de aprendizaje, déficit de atención, autismo, entre otros. Esta escuela recibe estudiantes de la zona rural del municipio de Bayamón y el 90% de la población escolar está categorizada en bajo nivel de pobreza.

Hay que destacar que, para efectos de cumplir con los aspectos éticos se solicitará permiso a sus padres para que consientan la participación de sus hijos. Asimismo, se solicitará a los estudiantes su asentimiento. Para determinar el dominio e incremento de la alfabetización científica se utilizan los métodos mixtos. Se administra el instrumento Prueba de Alfabetización de la Naturaleza de las Ciencias al inicio y final de la implementación del plan de acción, el cual será evaluado a través del método cuantitativo. Mediante la implementación del plan de acción, el proceso del desarrollo de la alfabetización científica será evaluado mediante el uso de una rúbrica. La rúbrica de Alfabetización Científica, de Oakland Community College, fue establecida para explicar las repercusiones de la investigación científica y la tecnología en los estudiantes universitarios participantes (Oakland Community College, 2021). La rúbrica observaba cuatro criterios, de los cuales se estarán utilizando tres, acorde con el plan de acción. Los criterios para observar son la utilización de la terminología adecuada para describir conceptos científicos básicos; la recopilación, evaluación, análisis e interpretación de la información y datos, y la sinterización de la información y datos para extraer conclusiones y resolver problemas.



## **Plan para acción**

El plan de acción implementado tiene como finalidad atender la alfabetización científica de los estudiantes de décimo grado que participan en el curso de Biología. Para lograr un incremento en la alfabetización científica de los estudiantes el plan de acción atiende dos dificultades: la baja comprensión de los conceptos científicos y las conclusiones que no están basadas en el análisis y la interpretación de los datos. El desconocimiento de conceptos científicos aplicables a la biología limita a los estudiantes a entender los eventos que se manifiestan en la naturaleza, en este caso en los seres vivos. La baja comprensión de los eventos de la naturaleza, a su vez, dificulta llegar a conclusiones basadas en hechos reales, en datos medibles y/o cuantificables. Basan las conclusiones en argumentos subjetivos y con un pobre uso de conceptos científicos. Con el plan de acción se atiende las dificultades discutidas con la finalidad de incrementar, en los estudiantes participantes, la alfabetización científica.

En el plan de acción se atenderá la baja comprensión de los conceptos científicos con estrategias implementadas, en el contexto de la sala de clases del curso de biología, con estudiantes de décimo grado. La primera acción específica para atender la dificultad de la baja comprensión de los conceptos científicos es la enseñanza cooperativa. La enseñanza cooperativa es una herramienta metodológica que promueve la colaboración y la socialización entre pares, fomentando el aprendizaje conjunto y la interacción positiva en la sala de clases (Lores-Leyva et al., s.f.). La enseñanza cooperativa mejora el rendimiento académico, desarrolla las habilidades sociales y da mayor motivación y compromiso en los estudiantes. Los beneficios relacionados a la enseñanza cooperativa fomentan el incremento en la alfabetización científica de los estudiantes. La maestra encargada del curso de biología utiliza el proceso de investigación científica. Por medio de la investigación científica los estudiantes manipulan equipo de laboratorio y redactan lo aprendido



en los recursos didácticos administrados por la maestra encargada. Se utiliza la Rúbrica de Alfabetización Científica de Oakland Community College y se analiza la labor del estudiante con estadística descriptiva para determinar si el estudiante participante aplica los conceptos científicos correctamente en las discusiones orales y escritas.

La segunda acción utilizada para atender la dificultad de la baja comprensión de los conceptos científicos es la enseñanza individualizada. En la enseñanza individualizada el maestro adapta su planificación para atender las necesidades de cada estudiante. Se mantiene los mismos objetivos para cada estudiante, pero se ajusta el ritmo de los procesos de enseñanza aprendizaje para cumplir con las necesidades individuales de los estudiantes (Otero, 2023). La enseñanza individualizada promueve el incremento de la motivación de los estudiantes y permite ayudar a que cada estudiante siga progresando para alcanzar los objetivos trazados por el maestro. El adaptar la enseñanza a las necesidades individuales, permite que el estudiante profundice en su aprendizaje, alcanzando una mayor alfabetización científica (Escobar, 2023). La maestra encargada del curso de Biología administra a los estudiantes participantes una pre-Prueba y pos-Prueba conocida como Prueba de Alfabetización de la Naturaleza de las Ciencias. La Prueba de Alfabetización de la Naturaleza de las Ciencias consta de 35 preguntas de selección múltiple. De las 35 preguntas, para esta investigación en acción se utiliza para análisis diecisiete (17) preguntas, las cuales están relacionadas con los procesos de investigación y el uso de la metodología científica. Las preguntas atienden los conceptos de revisión literaria, hipótesis, variables, diseño experimental, datos, análisis de datos, conclusiones, argumentación, predicción y comunicación. Los resultados se analizan con estadística descriptiva y por el tamaño de la muestra se utiliza la Prueba Wilcoxon para determinar el cambio de la alfabetización científica luego de ser implementado el plan de acción.



DEPARTAMENTO DE  
**EDUCACIÓN**



La segunda dificultad que ese estará atendiendo por medio del plan de acción es las conclusiones no basadas en análisis e interpretación de los datos. La dificultad se atiende en el contexto de la clase con estudiantes de décimo grado que participan en el curso de Biología. La maestra encargada del curso de Biología utiliza la acción específica de enseñanza cooperativa y enseñanza individualizada. En el proceso de la investigación científica los estudiantes utilizan los recursos didácticos administrados por la maestra encargada y trabajan con el método de enseñanza cooperativa. Para evaluar el aprendizaje de los estudiantes en el análisis e interpretación de datos se utiliza la Rúbrica de Alfabetización Científica de Oakland Community College y se analiza por medio de estadística descriptiva. Los estudiantes reciben enseñanza individualizada en el proceso del establecimiento y redacción de conclusiones basadas en el análisis e interpretación de los datos. La maestra encargada provee a los estudiantes materiales didácticos que le ayudaran en este proceso. La maestra encargada utiliza la Rúbrica de Alfabetización Científica y la Prueba de Alfabetización de la Naturaleza de las Ciencias para evaluar el análisis e interpretación de las conclusiones establecidas. Se utiliza estadística descriptiva para atender los hallazgos obtenidos por medio de la rúbrica. Se utiliza estadística descriptiva y la Prueba Wilcoxon para analizar los hallazgos obtenidos por medio de la Prueba de Alfabetización de la Naturaleza de las Ciencias.



**Tabla 1. Estructura del plan para acción**

Dificultades	Contexto	Sujetos implicados	Acción específica	Recursos/materiales	Persona encargada	Instrumento o técnica	Análisis	Resultados o hallazgos esperados
Baja comprensión de los conceptos científicos	Sala de clases	Estudiantes de 10º grado	Enseñanza Cooperativa  Enseñanza individualizada	-Recursos didácticos -Equipo de laboratorio  Recursos didácticos	Maestra  Maestra	Rúbrica  Pre y posprueba Rúbrica	Estadística descriptiva  Estadística descriptiva y Prueba <i>Wilcoxon</i>	Aplicación de los conceptos científicos correctamente en las discusiones orales y escritas  Aumento de la alfabetización científica
Conclusiones no basadas en el análisis e interpretación de los datos	Sala de clases	Estudiantes de 10º grado	Enseñanza cooperativa  Enseñanza individualizada	-Material didáctico/ investigación científica  Material didáctico	Maestra  Maestra	Rúbrica  Pre y posprueba Rúbrica	Estadística descriptiva  Estadística descriptiva y Prueba <i>Wilcoxon</i>	Análisis e interpretación de los datos  Redacción de conclusiones basadas en el análisis e interpretación de los datos. Incremento de la alfabetización científica

### Explicación de la acción

Como parte del plan de acción, los estudiantes que participan del curso de Biología realizan una diversidad de actividades. Las actividades se diseñan para atender la necesidad del bajo dominio de la alfabetización científica promoviendo métodos de enseñanza que ayuden a maximizar la comprensión de los conceptos científicos y la exposición escrita de conclusiones que posean argumentos basados en el análisis e interpretación de los datos obtenidos por medio de la investigación científica.

- Actividad #1
  - Actividad para la acción: enseñanza individualizada



- Al inicio de la implementación de plan de acción, la maestra encargada administra a los estudiantes de décimo grado, que participan del curso de Biología, la Prueba de Alfabetización de la Naturaleza de las Ciencias. El estudiante contesta la prueba que consiste en 35 preguntas de selección múltiple en un tiempo estimado de 55 minutos, dando el acomodo razonable a los estudiantes pertenecientes al Programa de Educación Especial. La prueba es administrada al inicio y al final de la implementación del plan de acción. Se evalúa por medio de la prueba el incremento en las destrezas de la alfabetización científica y el cambio en las competencias de la naturaleza de las ciencias.
- Actividad #2
  - Actividad para la acción: Enseñanza Cooperativa
    - En la actividad se realiza una lectura y discusión socializada de documento dado por maestra encargada. El documento presenta una problemática de la vida real que se atiende mediante el proceso de investigación científica. Los estudiantes, de forma colectiva, realizan la lectura. Luego, ocurre una discusión socializada donde la maestra, por medio de preguntas guías, permite la mayor comprensión de la problemática de los estudiantes. Los estudiantes, a través de la discusión socializada proponen el próximo curso de acción para una mayor comprensión de la problemática. Para que lo aprendido hasta el momento por el estudiante sea duradero, se solicita que los estudiantes redacten un párrafo explicativo donde expongan el problema discutido y el plan de acción determinado por el colectivo, esto utilizando



los conceptos científicos aprendidos hasta ese momento. La actividad tiene una duración de aproximado de 50 minutos o un periodo de clases. Los párrafos redactados por cada estudiante se evalúan mediante la Rúbrica de Alfabetización Científica.

- Actividad #3
  - Actividad para la acción: Enseñanza Individualizada
    - Cada estudiante tiene una discusión socializada de forma individual con la maestra encargada. La conversación ocurre luego que cada estudiante redacta el párrafo inicial, asignado en la actividad previa. En la conversación, el estudiante discute con la maestra la información que redactó en el párrafo, su explicación de cuál fue el problema de la vida real discutido y cuál es el próximo paso para seguir por el grupo de estudiantes. La maestra, utilizando preguntas guías ayuda al estudiante a aclarar las dudas y reflexione sobre las concepciones erróneas presentadas en su párrafo. Este proceso tiene una duración aproximada de 7-10 minutos. Luego de la conversación del estudiante con la maestra encargada, el estudiante revisa el párrafo redactado y arregla lo necesario.
- Actividad #4
  - Actividad para la acción: Enseñanza individualizada
    - Los estudiantes inician un proceso de estudio del organismo involucrado en la problemática. Se estudia el organismo mediante la observación en el estereoscopio y mediante información escrita. La información escrita se presenta a los estudiantes mediante videos, presentaciones y actividades



tecnológicas interactivas. El proceso de estudio de información literaria toma y observación de organismo mediante estereoscopio toma tres periodos de clase equivalente a 50 minutos cada uno. La maestra provee a los estudiantes participantes de hojas de trabajo donde por preguntas guías se recopila datos e información pertinente al problema. Con la información recolectada cada estudiante redacta un párrafo explicativo donde se exponen todos los hallazgos encontrados. El párrafo es evaluado mediante la Rúbrica de Alfabetización Científica. En el párrafo el estudiante expone todo el conocimiento adquirido sobre el problema, el organismo de investigación y propone posibles soluciones a la problemática. La redacción del párrafo está acompañada del uso de conceptos científicos aprendidos hasta el momento del plan de acción.

- Actividad #5
  - Actividad para la acción: Enseñanza cooperativa
    - Mediante discusión socializada, los estudiantes conversan sobre los hallazgos aprendidos en la revisión literaria. La información encontrada les permite establecer una posible solución al problema y plantear una hipótesis. Los estudiantes, mediante la discusión socializada, diseñan el protocolo experimental paso a paso para poner a prueba la hipótesis planteada. La maestra encargada utiliza preguntas guías para dirigir la discusión socializada. Utilizando la hoja de trabajo provista por la maestra, los estudiantes realizan sus anotaciones sobre la hipótesis planteada, las variables identificadas y el protocolo experimental. La discusión



socializada tiene un tiempo de duración de 50 minutos o un periodo de clases. El proceso de discusión socializada y redacción de hipótesis y protocolo ocurre luego de la redacción del párrafo producto de la revisión literaria. El planteamiento de una hipótesis se basa en una investigación literaria que ayude a tomar decisiones fundamentadas en datos y no suposiciones. El estudiante comprende que la selección de su hipótesis es producto del proceso de revisión literaria.

- Actividad #6
  - Actividad para la acción: Enseñanza cooperativa
    - Mediante discusión socializada, los estudiantes exponen los hallazgos obtenidos de la investigación, comparten los datos entre compañeros, crean gráficas y analizan e interpretan los datos. La maestra encargada por medio de preguntas guías promueve que cada equipo de trabajo comunique y comparta los hallazgos obtenidos. Con los datos de cada equipo de trabajo crean gráficas que son analizadas e interpretadas. La maestra encargada expone preguntas guías para fomentar en análisis de las gráficas creadas. El tiempo de duración del proceso de la discusión socializada, construcción de las gráficas y el análisis e interpretación de los datos es de 80 minutos. La discusión socializada, la estructuración de los datos y el análisis de los datos ocurre luego de la implementación del protocolo experimental. El estudiante organiza sus datos correctamente utilizando en tablas y gráficas. Realiza cálculos matemáticos de promedio y por ciento para analizar e interpretar sus datos cuantitativamente.



- Actividad #7
  - Actividad para la acción: Enseñanza individualizada
    - Cada estudiante participante del curso de Biología, en la hoja de trabajo dada por la maestra redacta la conclusión. Utiliza argumentaciones basadas en el análisis e interpretación de los datos. La maestra atiende a cada equipo de trabajo de forma individualizada para atender y/o aclarar las dudas. La maestra provee a los equipos de trabajo una hoja con preguntas guías que permite que los estudiantes repasen desde el inicio del proceso hasta la discusión de los hallazgos. Los párrafos redactados a través de todo el plan de acción permiten que reflexiones sobre lo aprendido y redacten una conclusión en todas sus partes. El proceso de redacción tiene un tiempo de duración de 30 minutos. La conclusión será evaluada mediante la Rúbrica de Alfabetización Científica. El proceso de redacción de la conclusión se efectúa luego de la discusión socializada sobre el análisis e interpretación de los datos. El estudiante presenta en la conclusión los datos, análisis e interpretación de estos. Además, argumenta basándose en el análisis de los datos si la hipótesis fue o no comprobada. En la redacción de la conclusión, el estudiante utiliza los conceptos científicos aprendidos en todo el proceso del plan de acción.



Tabla 2. Explicación de la acción

Actividades para la acción	Explicación de la actividad	Uso de los recursos	Tiempo de la intervención	Instrumentos, técnicas o guías	Momento de la recopilación	Tipo de información
1. Enseñanza individualizada	Administración de la Prueba de Alfabetización de la Naturaleza de las Ciencias a estudiantes de décimo grado que cursan Biología	El estudiante contesta la Prueba de alfabetización de la Naturaleza de las Ciencias	Antes de la implementación del plan de acción: 55 minutos Luego de la implementación del plan de acción: 55 minutos	Prueba de Alfabetización de la Naturaleza de las Ciencias	Antes de la implementación del plan de acción y al final de la implementación del plan de acción	Incremento en las destrezas de alfabetización científica. Cambio en las competencias de la naturaleza de las ciencias.
2. Enseñanza cooperativa	Lectura colectiva y discusión socializada de documento dado por maestra encargada sobre la problemática de la vida real que se atiende en el plan de acción.	El estudiante realiza lectura de documento que presenta el problema de investigación.	30 minutos	Rúbrica de Alfabetización Científica	Luego de la redacción de párrafo inicial que resume lo aprendido en discusión socializada sobre el problema presentado.	Redacción de párrafo donde estudiante explica el problema de la vida real presentado y el plan de acción inicial. Párrafo usando los conceptos científicos presentados al momento.



3. Enseñanza Individualizada	Conversación entre maestra y estudiante. El estudiante explica a la maestra la información que redacta en el párrafo inicial, el cual explica el problema de la vida real y el plan de acción determinado por el grupo de estudiantes.	Discusión socializada entre maestra encargada y estudiante para aclarar dudas de la problemática de la vida real presentada y próximo curso de acción	5 minutos por cada estudiante	Preguntas guías diseñadas por la maestra encargada	Luego que el estudiante haya redactado el párrafo inicial, basado en la discusión socializada donde se discute el problema de la vida real y el próximo paso a seguir.	Revisión del párrafo redactado y realización de ajustes necesarios acorde a la discusión socializada establecida con la maestra encargada.
4. Enseñanza individualizada	Los estudiantes realizan revisión literaria. La maestra encargada prepara videos, presentaciones y actividades tecnológicas interactivas donde el estudiante participa de forma individual. Lo aprendido es anotado en hojas de trabajo	El estudiante estudia el problema mediante revisión de información y estudio del organismo de investigación. Recolecta información en hojas de trabajo y redacta párrafo explicando todos los hallazgos	3 periodos de 50 minutos cada uno	Hojas de trabajo diseñadas por la maestra encargada. Rubrica de Alfabetización Científica para evaluar párrafo redactado por estudiante luego de revisión literaria y estudio de organismo	Luego de la revisión literaria y estudio de organismo	Redacción de párrafo explicativo de los hallazgos encontrados mediante la revisión literaria y estudio del organismo en cuestión



		encontrados en la revisión de información y estudio de organismo.				
5. Enseñanza Cooperativa	Discusión socializada donde los estudiantes conversan sobre los hallazgos aprendidos en la revisión literaria, exponen la posible solución al problema planteando una hipótesis y diseña el protocolo de experimentación	La maestra encargada, mediante preguntas guías dirige la discusión socializada. Los estudiantes discuten la información que fue obtenida mediante la revisión de información y determinan la hipótesis. Expuesta la hipótesis, en la hoja de trabajo provista por la maestra diseñan el protocolo experimental a seguir en la investigación científica	1 periodo de clases y/o 50 minutos de clase	El estudiante labora en la hoja de trabajo provista por la maestra encargada.	Después de finalizada la revisión literaria y redacción de párrafo explicativo	La redacción de hipótesis identificando variables. La hipótesis es producto de la revisión literaria. El diseño de su propia investigación científica para probar la hipótesis propuesta.



6. Enseñanza Cooperativa	Discusión socializada donde los estudiantes exponen los datos obtenidos de la investigación, comparten los datos entre los compañeros, crean gráficas y analizan e interpretan los datos.	Cada equipo de trabajo comparte los hallazgos obtenidos y construyen una gráfica grupal. A partir de la gráfica la maestra genera preguntas guías que ayuda al estudiantado a analizar e interpretar los datos.	80 minutos	Hojas de trabajo provistos por la maestra encargada	Luego de la implementación del protocolo experimental de la investigación científica	Organización de los datos en tablas, construcción de gráficas a partir de los datos, realización de cálculos matemáticos para establecer análisis e interpretaciones cuantitativas.
7. Enseñanza Individualizada	En la hoja de trabajo provista por la maestra encargada los estudiantes redactan la conclusión, basando la misma en el análisis e interpretación de los datos	El estudiante utiliza las hojas trabajo previas para redactar la conclusión. La maestra encargada provee preguntas guías para facilitar el proceso de redacción.	30 minutos	Rúbrica de Alfabetización científica	Luego de la discusión socializada sobre el análisis e interpretación de los datos. Evaluación de conclusión luego de la entrega del informe de laboratorio realizado por el estudiante participante.	En el párrafo de conclusión el estudiante presenta los datos obtenidos, los analiza e interpreta y establece si la hipótesis fue comprobada o no. Utiliza los conceptos científicos aprendidos a través de todo el proceso de la implementación



DEPARTAMENTO DE  
**EDUCACIÓN**



						del plan de acción.
--	--	--	--	--	--	---------------------



## **Análisis de Resultados**

Para evaluar un incremento de la alfabetización científica de los estudiantes participantes del curso de Biología se administró al inicio y al final del plan de acción la Prueba de Alfabetización de la Naturaleza de las Ciencias (PANC). La prueba consta de 35 preguntas de las cuales se seleccionaron 17 preguntas. Las preguntas seleccionadas atendían los objetivos específicos del plan de acción por estar relacionados a las destrezas de investigación científica y la estructura de la metodología científica. Para administrar la Prueba de Alfabetización de la Naturaleza de las Ciencias se solicita permiso a los padres, de los cuales solo 27 permisos fueron autorizados. De la muestra (N) de 27 pruebas solo 18 se categorizaron como pruebas válidas, siendo la N de 18 pruebas analizadas.

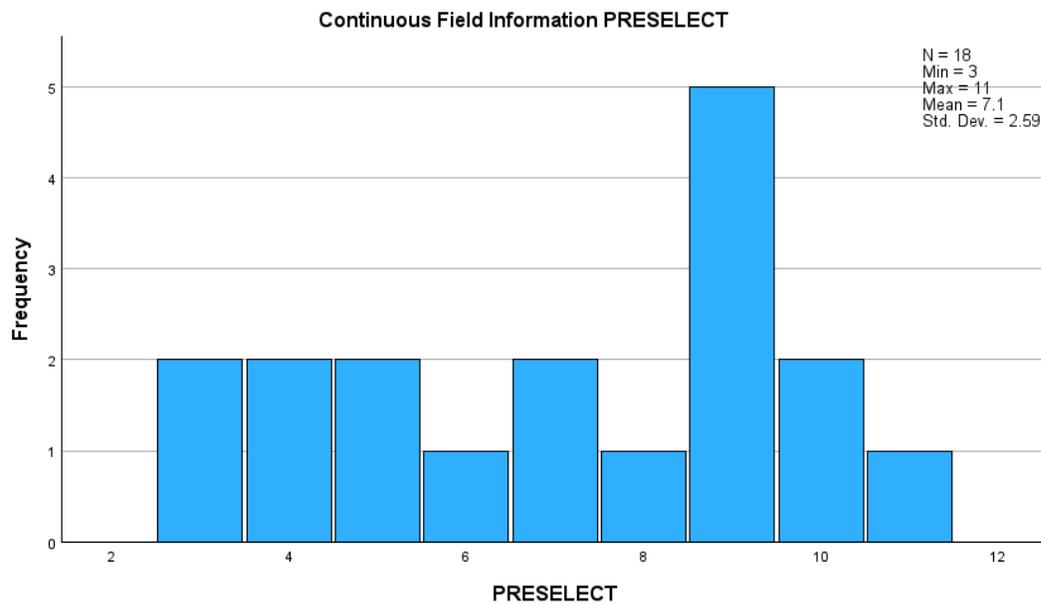
Los resultados de la Prueba de Alfabetización de la Naturaleza de Ciencias se realiza análisis de estadística descriptiva (Tabla 3.). Se evalúa las puntuaciones de la preprueba y posprueba de la muestra para observar cambios luego de la implementación del tratamiento. Las puntuaciones más bajas en ambas pruebas fueron de 3, mientras que las más altas fue de 11 para la preprueba y 13 para la posprueba. En la preprueba se obtuvo un promedio de 7.11 con una desviación estándar de 2.587, mientras que en la posprueba se obtuvo un promedio de 6.89 con una desviación estándar de 3.046. La desviación estándar en la posprueba es mayor que en la preprueba. Esta diferencia indica que el conjunto de datos estuvo más disperso (con relación a la media) en la posprueba que en la preprueba, observándose una mayor variabilidad en las puntuaciones individuales en la posprueba (Ver Gráfica 1) (Gráfica 2).



Tabla 3. Estadística descriptiva de Prueba de Alfabetización de la Naturaleza de las Ciencias

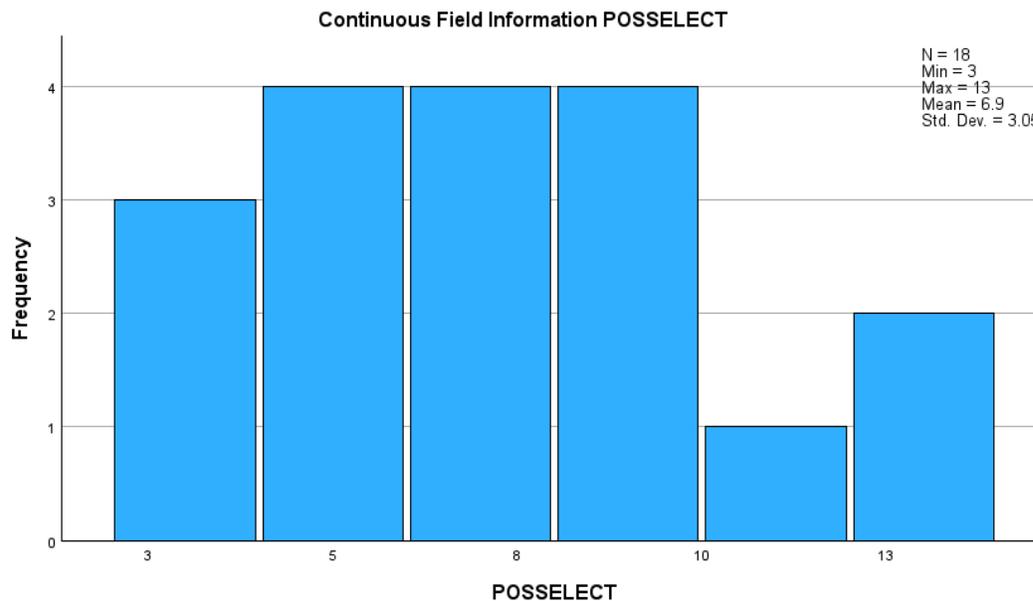
Fase	N	Punt. Mín.	Punt. Máx.	Media	Desv. Estan dar.	Varianza	Sesgo		Curtosis	
							Estadística	Error Est.	Estadística	Error Est.
Pre Prueba	18	3	11	7.11	2.587	6.693	-.298	.536	-1.307	1.038
Pos Prueba	18	3	13	6.89	3.046	9.281	.708	.536	-.046	1.038

Gráfica 1. Frecuencia de las puntuaciones en Preprueba





Gráfica 2. Frecuencia de las puntuaciones en Posprueba



Debido a que la muestra (18 pruebas válidas) es menor que 30, la prueba más apropiada para analizar si hubo cambios en la alfabetización científica es la prueba no paramétrica de rangos señalados y pares igualados de Wilcoxon (Webb, 2024). Esta prueba se utiliza con muestras pequeñas que están relacionadas y es útil para determinar si hay diferencias (cambios) en la muestra luego de un tratamiento.

De acuerdo con la Prueba Wilcoxon, en términos de los rangos señalados, hay 6 rangos negativos, siendo la frecuencia de datos en las cuales la puntuación de la posprueba fue menor que la preprueba (Tabla 4). Se observa 9 rangos positivos, siendo la frecuencia de datos en las cuales de puntuación de la posprueba fue mayor a la preprueba. Se observa 3 rangos empatados, siendo la frecuencia de los datos en los cuales la puntuación de la posprueba y preprueba son la misma. La media de rangos negativos es de 11.17, lo cual sugiere que, en promedio, las mediciones de la posprueba son 11.17 unidades más bajas que las de la preprueba (Gráfica 3). La suma total de todas las diferencias negativas entre la posprueba y la preprueba es de 67.00. La media de rangos



positivos es de 5.89, lo cual sugiere que, en promedio, las mediciones de la posprueba son 5.89 unidades más altas que las de la preprueba. La suma total de todas las diferencias positivas entre la posprueba y preprueba es de 53.00.

Tabla 4. Resumen de rangos señalados de la administración del PANC

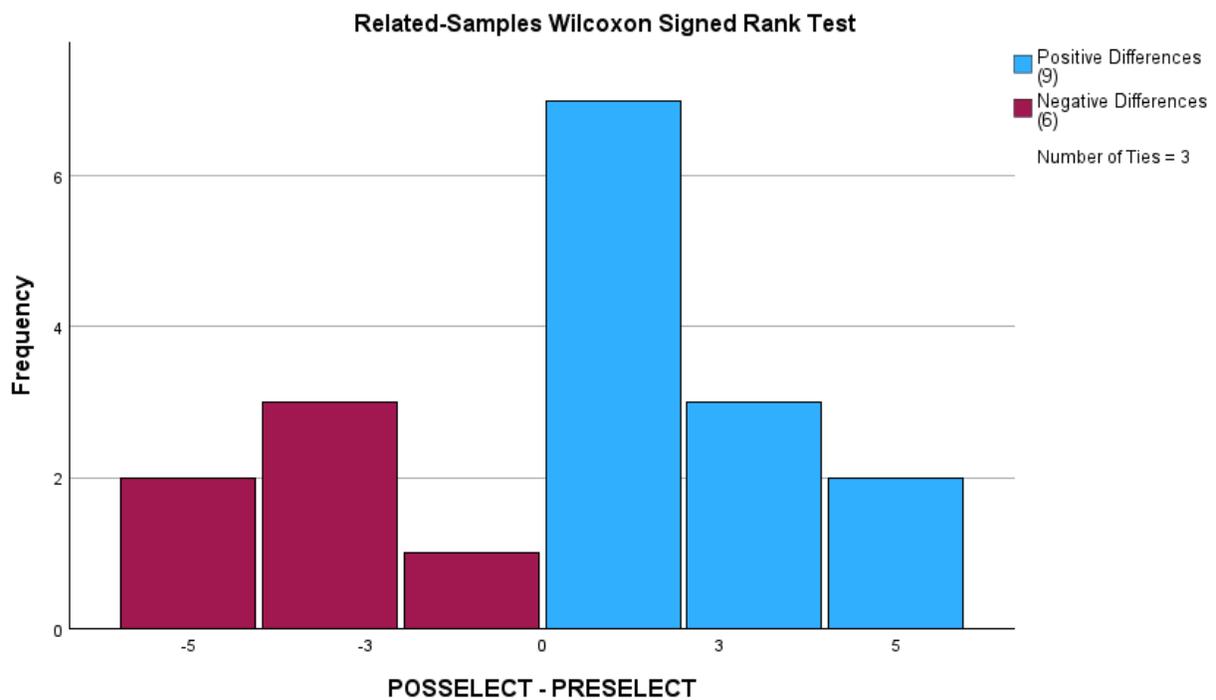
		N	Media de rangos	Sumatoria de rangos
Posprueba – Preprueba	Rangos negativos	6 <sup>a</sup>	11.17	67.00
	Rangos positivos	9 <sup>b</sup>	5.89	53.00
	Rangos empatados	3 <sup>c</sup>		
	Total	18		

<sup>a</sup> Posprueba < Preprueba

<sup>b</sup> Posprueba > Preprueba

<sup>c</sup> Posprueba = Preprueba

Gráfica 3. Prueba de rango señalados de Wilcoxon para muestras relacionadas





Otros de los análisis estadísticos de la Prueba Wilcoxon son la puntuación Z y la significancia. La puntuación Z es de -0.400, calculada a partir de los rangos negativos. La puntuación Z indica que, en promedio, las mediciones de la posprueba están 0.400 desviaciones estándar por debajo de las mediciones de preprueba. La significancia obtenida es de 0.689, lo cual significa que hay una probabilidad aproximada de 69% que cualquier diferencia entre la preprueba y posprueba se deba al azar (Tabla 5). El valor de significancia obtenido es mayor al valor alfa, indicando que el tratamiento dado a los estudiantes que tomaban el curso de Biología para incrementar la alfabetización científica no produjo diferencias significativas.

Tabla 5. Análisis estadístico – Prueba de rangos señalados y pares igualados de Wilcoxon PANC

Posprueba – Preprueba	
Puntuación Z	-.400 <sup>a</sup>
Significancia (hipótesis de dos colas)	.689

<sup>a</sup> Puntuación Z basada en los rangos negativos

Varias razones pueden incidir para que la diferencia entre la preprueba y posprueba no fuera significativa. Entre estas razones se menciona que el tamaño de la muestra (N=18) podría ser insuficiente. El tamaño de la muestra disminuye la probabilidad de que se demuestre una diferencia significativa (Interpretar Todos los Estadísticos Para Wilcoxon de 1 Muestra - Minitab, s. f.-b). También, la prueba de Wilcoxon supone que las poblaciones comparadas tienen la misma forma o simetría, lo que podría incidir en la precisión de los resultados (Análisis de Datos emparejados con la prueba de Wilcoxon una Guía Completa, n. d.). Esto es una limitación ya que la cantidad de estudiantes medidos por grupo no fue la misma. El aprendizaje de cada grupo varía aun cuando el plan de acción implementado fuera el mismo para cada grupo.



Otros factores externos pudieron influir en los resultados de la Prueba Wilcoxon, uno de ellos el cambio de horario y organización escolar en la escuela. Al momento de la implementación del plan de acción se atendía a los estudiantes 5 días a la semana por 50 minutos, para un total de 250 minutos semanales. A mediados de la implementación del plan de acción se experimentó un cambio donde los estudiantes eran atendidos dos días a la semana por 70 minutos, para un total de 140 minutos semanales. Este cambio provocó que se prolongara el proceso de la implementación del plan de acción, que se redujera el proceso continuo de reflexión, que se limitara las discusiones socializadas y disminuyera la interacción individualizada de maestra-estudiantes, siendo estas la base de la investigación en acción. Otro factor para mencionar es que las preguntas presentes en la Prueba de Alfabetización de la Naturaleza de las Ciencias representaban el más alto nivel del pensamiento, donde el estudiante podía demostrar que alcanzaba a transferir el aprendizaje adquirido a otros escenarios. Aunque los estudiantes medidos pasaron por todos los procesos de una investigación y metodología científicas no lograron trasladar ese aprendizaje a preguntas con otros escenarios. Esto no indica que el estudiante no haya adquirido un aprendizaje sobre los procesos de investigación y metodología científica, sino que requieren otras experiencias para continuar fortaleciendo lo aprendido hasta lograr un dominio de la alfabetización científico.

Para observar el incremento en el dominio de las destrezas de la alfabetización científica en los estudiantes, se utilizó la Rúbrica de Alfabetización Científica de Oakland Community College. La rúbrica fue utilizada para evaluar tres escritos que los estudiantes realizaron en el proceso de implementación del plan de acción. Estos escritos se redactaron en diversas instancias del proceso: al inicio del proceso cuando se discutió la problemática de la vida real, luego de la revisión literaria y después del recogido de los datos producto de la experimentación científica. La rúbrica observaba en los escritos los criterios de la utilización de terminología adecuada para describir



conceptos científicos básicos; la recopilación evaluación, análisis e interpretación de información y datos; y la síntesis de información y datos para extraer conclusiones y resolver problemas. La rúbrica tiene una escala que en términos numéricos va de 0-5 y en términos cualitativos se describe desde comportamiento ausente hasta comportamiento presente.

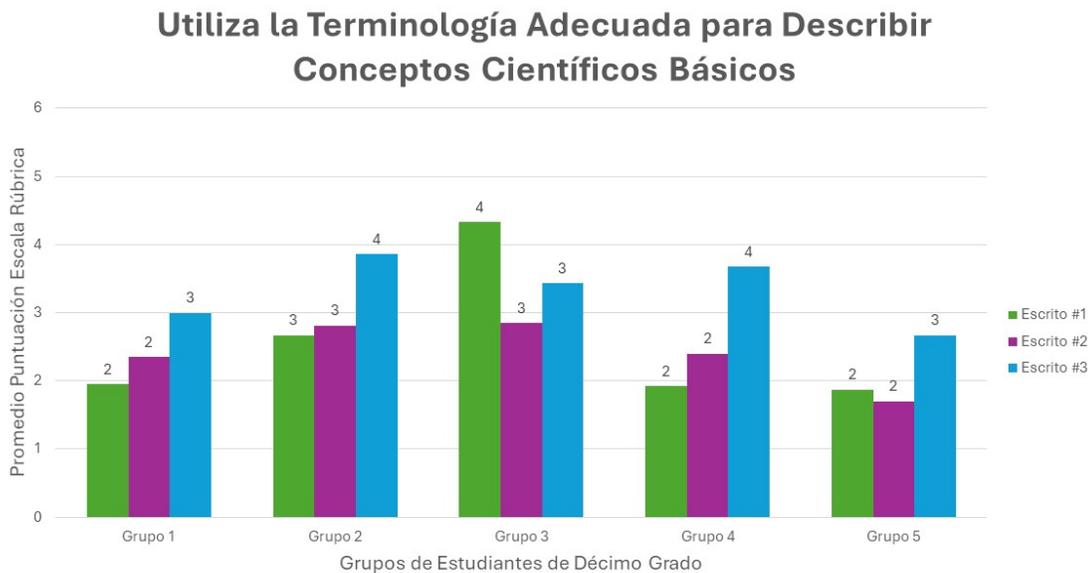
Para observar los cambios en el desarrollo de los estudiantes, en las destrezas de alfabetización científica, se realizó un análisis con estadística descriptiva para cada criterio de la rúbrica, comparando los cinco grupos en sus tres escritos. En el criterio de la utilización de terminología adecuada para describir conceptos científicos básicos, se muestra en gráfica 4 que todos los grupos tuvieron en promedio un incremento de 1 en la escala de la rúbrica. Cuando se comparan los resultados de cada grupo, se muestra que en todos se obtuvo una moda de 2 en la escala de la rúbrica en el primer escrito (Tabla 6). La moda fue incrementando en los próximos escritos alcanzando 4 en el tercer escrito, en el 80% de los grupos. Como parte del desarrollo de la alfabetización científica el estudiante debía utilizar conceptos científicos en sus escritos correctamente. De los hallazgos se encontró que en promedio el 40% de los grupos presentó en promedio 5 conceptos científicos y el 60% presentó en 6 conceptos científicos, esto en el primer escrito. Si se compara el primer escrito con el tercero, todos los grupos mostraron un incremento en el promedio de conceptos científicos utilizados en sus escritos, un aumento entre 1 a 5 conceptos en promedio. Cuando se compara todos los grupos, en términos de la escala cualitativa de la rúbrica, en promedio todos los grupos iniciaron con una clasificación de comportamiento emergente, alcanzando una clasificación de comportamiento en desarrollo en su último escrito.



Tabla 6. Criterio rúbrica alfabetización científica

Cambio en la alfabetización científica de los estudiantes en el criterio de utilización de la terminología adecuada para describir conceptos científicos básicos															
GRUPOS	GRUPO 1			GRUPO 2			GRUPO 3			GRUPO 4			GRUPO 5		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
ESCRITOS															
PROMEDIO CRITERIO ESCALA RÚBRICA	1.95	2.35	3	2.67	2.81	3.86	4.33	2.85	3.43	1.92	2.4	3.67	1.87	1.7	2.67
MODA	2	3	2	2	2,4	4	2	3	4	2	3	4	2	1	3
PROMEDIO CONCEPTOS CIENTÍFICOS	6	7	7	6	9	11	5	7	8	6	8	9	5	3	5

Gráfica 4. Criterio rúbrica alfabetización científica



En el criterio de recopilación, evaluación, análisis e interpretación de información y datos el 80% de los grupos mostraron un incremento de 1 en la escala de la rúbrica si se compara el



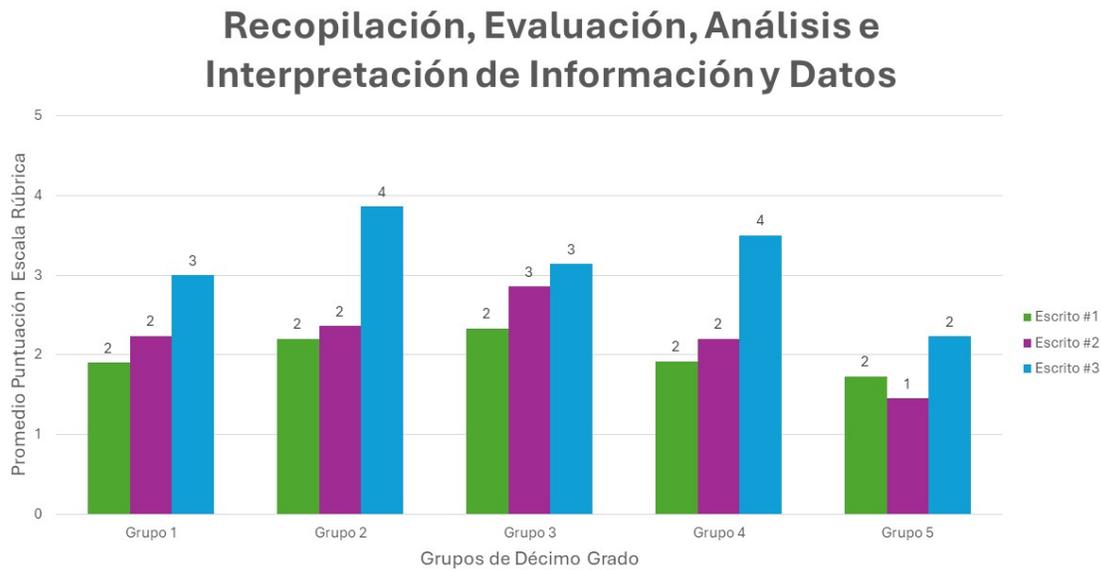
promedio de los datos del primer escrito con el tercer escrito (Gráfica 5). Cuando se comparan los resultados de cada grupo, se muestra que en todos se obtuvo una moda de 2 en la escala de la rúbrica en el primer escrito (Tabla 7). En el 60% de los grupos la moda mostró cambios en los próximos escritos alcanzando 4 en el tercer escrito, el 40% de los grupos no mostró cambio en la moda si se compara el primer escrito con el tercero. En términos de la escala cualitativa de la rúbrica, en promedio todos los grupos iniciaron con una clasificación de comportamiento emergente, el 10% permaneció con la clasificación de comportamiento emergente en el tercer escrito y el 80% alcanzó una clasificación de comportamiento en desarrollo en su último escrito.

**Tabla 7 . Critero rúbrica alfabetización científica**

<b>Cambio en la alfabetización científica de los estudiantes en el criterio recopilación, evaluación, análisis e interpretación de información y datos</b>															
<b>GRUPOS</b>	<b>GRUPO 1</b>			<b>GRUPO 2</b>			<b>GRUPO 3</b>			<b>GRUPO 4</b>			<b>GRUPO 5</b>		
<b>ESCRITOS</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>												
<b>PROMEDIO CRITERIO ESCALA RÚBRICA</b>	1.9	2.24	3	2.2	2.36	3.86	2.33	2.86	3.14	1.92	2.2	3.5	1.73	1.45	2.23
<b>MODA</b>	2	2	2	2	3	4	2	3	4	2	2,3	4	2	1	2



**Gráfica 5. Criterio rúbrica alfabetización científica**



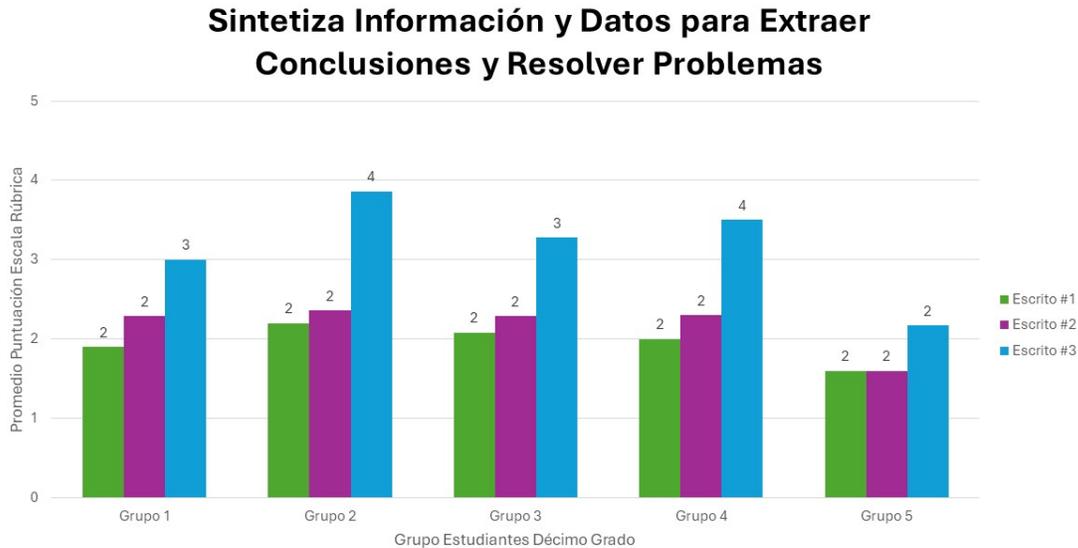
En el criterio de síntesis de información y datos para extraer conclusiones y resolver problemas el 80% de los grupos mostraron un incremento en la escala de la rúbrica, un 40% mostró un incremento de 1 en la escala y un 40% mostró un incremento de 2 en la escala, esto en comparación del primer escrito con el tercer escrito (Gráfica 6). Cuando se comparan los resultados de cada grupo, se muestra que en todos se obtuvo una moda de 2 en la escala de la rúbrica en el primer escrito (Tabla 8). En el 60% de los grupos la moda mostró cambios en los próximos escritos alcanzando 4 en el tercer escrito, el 40% de los grupos no mostró cambio en la moda si se compara el primer escrito con el tercero. En términos de la escala cualitativa de la rúbrica, en promedio todos los grupos iniciaron con una clasificación de comportamiento emergente, el 10% permaneció con la clasificación de comportamiento emergente en el tercer escrito y el 80% alcanzó una clasificación de comportamiento en desarrollo en su último escrito.



Tabla 8 . Criterio rúbrica alfabetización científica

Cambio en la alfabetización científica de los estudiantes en el criterio síntesis de información y datos para extraer conclusiones y resolver problemas															
GRUPOS	GRUPO 1			GRUPO 2			GRUPO 3			GRUPO 4			GRUPO 5		
ESCRITOS	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
PROMEDIO CRITERIO ESCALA RÚBRICA	1.9	2.29	3	2.2	2.36	3.86	2.08	2.29	3.28	2	2.3	3.5	1.6	1.6	2.17
MODA	2	2	2	2	3	4	2	2,3	4	2	3	4	2	1	2

Gráfica 6. Criterio rúbrica alfabetización científica



Los resultados de la Prueba de Alfabetización de la Naturaleza de las Ciencias luego de ser analizados mediante la prueba de Wilcoxon no demostraron que la implementación del plan de acción causara diferencias significativas en el incremento de la alfabetización científica de los



estudiantes. Varios factores pudieron influir en el resultado, tales como el tamaño de la muestra, la diversidad en los ambientes de aprendizaje que se manifiestan en cada grupo de estudiantes, los factores externos a los procesos investigativos que no pueden ser controlados, como cambios en el tiempo de interacción con los estudiantes que inciden indirectamente en la merma de su motivación, entre otros. La alfabetización científica es un todo complementado por el dominio de muchas destrezas. El desarrollo de esas destrezas va incrementando en el estudiante su alfabetización científica, pero no es un proceso que se pueda alcanzar en poco tiempo se requiere un desarrollo paulatino que no necesariamente pueda ser medido con una prueba en dos únicos momentos del proceso de la implementación del plan de acción. La utilización de métodos cualitativos puede dar al investigador una mejor evidencia para determinar como el estudiante está manifestando cambios en su alfabetización científica.

Para observar el desarrollo de la alfabetización científica a través del proceso de la implementación del plan de acción se implementó el uso de la Rúbrica de Alfabetización Científica de Oakland Community College. Esta rúbrica fue utilizada para evaluar tres escritos redactados por los estudiantes en distintas instancias de la implementación del plan de acción, al inicio cuando se discutió el problema de la vida real, luego de la revisión literaria y finalizado el proceso de recolección y análisis de datos. Se observó que entre el 60% al 80% de los grupos de estudiantes de décimo grado que cursan el curso de biología lograron incrementar su alfabetización científica en los tres criterios observados, mas sin embargo no alcanzaron demostrar dominio de los mismos. Esto indica que la exposición al estudiantado a estrategias de enseñanza individualizada, enseñanza cooperativa, reflexión constante del aprendizaje y plasmar el aprendizaje adquirido de forma escrita fomentando el uso de los conceptos científicos adquiridos ayuda a incrementar la alfabetización científica. Se requiere una mayor exposición de los estudiantes a este tipo de



estrategias fomentando que se adquiriera mayor dominio en las destrezas que complementan la alfabetización científica.

Uno de los propósitos de una investigación en acción es que el maestro pueda reflexionar sobre sus prácticas educativa para mejorar el aprendizaje del estudiantado. La estrategia implementada a través de investigación en acción reflejó cambios en el estudiante, pero requiere ciertas modificaciones para incrementar y observar mayores resultados. Dentro de las modificaciones que se espera implementar en el futuro es la estructuración del tiempo de implementación. La investigación en acción tuvo un periodo de implementación de aproximadamente 20 días. Ya sea por cambios externos o porque el plan fuese prolongado, demuestra que el tiempo puede ser un factor que afecte la motivación e interés del estudiante. Otro aspecto para modificar es la implementación de la Prueba de Alfabetización de la Naturaleza de las ciencias, aunque la misma permite determinar si el estudiante entiende conceptos y destrezas generales de las ciencias, esta solo presenta los conceptos en otros escenarios. La inserción de preguntas relacionadas a los temas y conceptos específicos que se están trabajando en la investigación científica de los estudiantes daría un mayor panorama de donde se encuentran las dificultades de aprendizaje de los estudiantes. Finalmente, un elemento que debe ser revisado en implementaciones futuras es el tamaño de la muestra, ante una población de estudiantes con diversos niveles de aprendizaje una muestra pequeña no beneficia en el análisis de los resultados. Ante tal situación, los resultados deben analizarse por grupo, ya que los ambientes de aprendizaje varían aún cuando se implemente el mismo plan de acción.

La búsqueda constante de establecer estrategias innovadoras en la sala de clases para mejorar el aprendizaje de cada alumnado debe ser el norte de los maestros. Cada estudiante aprende de forma diferente y la implementación de diversas estrategias permite atender la necesidad de una



DEPARTAMENTO DE  
**EDUCACIÓN**



población diversa. Lo importante es que cada estudiante pueda aprender conceptos científicos de acuerdo con su nivel y capacidades, no buscando que todos sean científicos, sino que todos en el mañana sean adultos informados con alfabetización científica.



## Referencias

- Análisis de Datos emparejados con la prueba de Wilcoxon una Guia Completa (no date) FasterCapital. Available at: <https://fastercapital.com/es/contenido/Analisis-de-datos-emparejados-con-la-prueba-de-Wilcoxon--una-guia-completa.html> (Accessed: 31 July 2024).
- Bravo, M., & Bravo, M. (2024, January 31). *Modelo pedagógico: teorías y enfoques para la enseñanza y aprendizaje en el aula*. escuelasdelenguaje.com. <https://escuelasdelenguaje.com/modelo-pedagogico-teorias-y-enfoques-para-la-ensenanza-y-aprendizaje-en-el-aula/>
- Campayo-Muñoz E, Cabedo-Mas A. Investigación-acción como recurso para la innovación y mejora de la práctica educativa en conservatorios: Una experiencia en las enseñanzas elementales de música en España. *Psychology, Society & Education*. 2018;10(1):15-36. doi:10.25115/psye.v10i1.1767
- Cohen L, Manion L, Morrison K. *Research Methods in Education*. 5th ed. Taylor & Francis; 2003.
- Creswell, J. W. (2008). *Educational research: Planning, conducting, and evaluating quantitative and qualitative research* (3rd ed.). Upper Saddle River, NJ: Pearson Education, Inc.
- Creswell, J. W. (2012). *Educational research: Planning, conducting, and evaluating quantitative and qualitative research* (4th ed.). Boston, MA: Pearson.
- Departamento de Educación de PR. (n.d.). *Todas las Métricas*. Conoce a Tu Escuela DEPR. Retrieved June 11, 2024, from <https://conocetuesuelapr.dde.pr/metricas/todas/aprovechamiento/78733>
- Escobar, S. M. A. (2023). Estrategias que desbloquean la alfabetización científica en el aula. *Ciencia Latina*, 7(1), 2288-2296. [https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v7i1.4591](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i1.4591)
- Fernández, M., Wegerif, R., Mercer, N., & Rojas-Drummond, S. (2002). Re-conceptualizing “scaffolding” and the zone of proximal development in the context of symmetrical collaborative learning. *Journal of Classroom Interaction*, 36(2/1), 40-54.
- Gay, L. R., & Mills, G. E. (2018). *Educational research: Competencies for analysis and applications* (12th ed.). Pearson
- González, J. P. C., & Gatica, M. Q. (2008). Resolución de problemas científicos desde la historia de la ciencia: retos y desafíos para promover competencias cognitivo lingüísticas en la



química escolar. *Ciência & Educação*, 14(2), 197–212. <https://doi.org/10.1590/s1516-73132008000200002>

*Interpretar todos los estadísticos para Wilcoxon de 1 muestra.* (s/f). Recuperado el 20 de julio de 2024, de <https://support.minitab.com/es-mx/minitab/help-and-how-to/statistics/nonparametrics/how-to/1-sample-wilcoxon/interpret-the-results/all-statistics/>

Kemmis, S. (1989). Investigación en la acción. *Enciclopedia Internacional de La Educación*, 6, 3330–3337.

Kirshenbaum S. What is scientific literacy? *Discover Magazine*. Published November 5, 2019.

<https://www.discovermagazine.com/the-sciences/what-is-scientific-literacy-02>

Latorre, A. (2007). *La investigación-acción: Conocer y cambiar la práctica educativa* (4ta ed.). Graó.

Li Y and Guo M (2021) Scientific Literacy in Communicating Science and Socio-Scientific Issues: Prospects and Challenges. *Front. Psychol.* 12:758000. doi: 10.3389/fpsyg.2021.758000

Lisbet, B. S., Vaiohlet, C. P., Orietta, E. R., Claudia, S. P., De Educación Pedagogía En Educación Básica, U. C. S. H. F., & Guía, N. E. C. [. (2023). *El Aprendizaje Significativo a través de la Alfabetización Científica en Clases de 5° y 6° Básico*. <http://repositorio.ucsh.cl/handle/ucsh/2707>

Lores-Leyva, I., Díaz-Pompa, F., Calzadilla-González, O., Lores-Leyva, I., Díaz-Pompa, F., & Calzadilla-González, O. (s. f.). *Aprendizaje cooperativo: panorama de las investigaciones científicas publicadas en Scencedirect en el período 1965-2017*. [http://www.scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1729-80912021000100032](http://www.scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1729-80912021000100032)

MacKenzie AH. Promoting scientific literacy in the science classroom. *NSTA*. Published online June, 2023. <https://www.nsta.org/science-teacher/science-teacher-mayjune-2023/promoting-scientific-literacy-science-classroom>

McMillan J, Schumacher S. *Investigacion Educativa*. 5th ed. Pearson Education; 2005.

National Research Council. (1996). *National Science Education Standards*. Washington, DC: The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/4962>

Oakland Community College. (2021). *Scientific Literacy Rubric*. Recuperado 7 de octubre de 2023, de <https://www.oaklandcc.edu/assessment/docs/ScientificLiteracyRubric2021.pdf>

Otero, M. (2023, 13 julio). *¿Qué es la Enseñanza Individualizada?* Schola Resource Center. <https://learn.schola.com/que-es-la-ensenanza-individualizada/>



Quecedo, R., & Castaño, C. (2002). *Introducción a la metodología de investigación cualitativa*. Redalyc.org. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=17501402>

Shume T, Rivard L. Scientific literacy for today's students. NSTA. Published May 1999. Accessed October 26, 2023. <https://www.nsta.org/science-scope/science-scope-may-1999/scientific-literacy-todays-students>

Tashakkori, A., & Creswell, J. W. (2007). Editorial: Exploring the Nature of Research Questions in Mixed Methods Research. *Journal of Mixed Methods Research*, 1, 207-211. <https://doi.org/10.1177/1558689807302814>

Taylor, S. J., & Bogdan, R. (2000). *Introducción a los métodos cualitativos de investigación* (Tercera edición). Paidós Básica. <https://asodea.wordpress.com/wp-content/uploads/2009/09/taylor-s-j-bogdan-r-metodologia-cualitativa.pdf>

P. Vazquez Perez, J., Ph. D. (2024, 18 abril). *Enfoque de métodos mixtos y sus diseños: descripciones, aplicaciones y procesos*. Centro Para la Excelencia Académica UPRRP. Recuperado 13 de junio de 2024, de <https://cea.uprrp.edu/wp-content/uploads/2024/04/Enfoque-de-metodos-mixtos-y-sus-disenos-descripciones-aplicaciones-y-procesos.pdf>

Webb, R. (2024, 6 junio). *13.4: Wilcoxon Signed-Rank test*. Statistics LibreTexts. Recuperado 17 de junio de 2024, de [https://stats.libretexts.org/Bookshelves/Introductory\\_Statistics/Mostly\\_Harmless\\_Statistics\\_%28Webb%29/13%3A\\_Nonparametric\\_Tests/13.04%3A\\_Wilcoxon\\_Signed-Rank\\_Test](https://stats.libretexts.org/Bookshelves/Introductory_Statistics/Mostly_Harmless_Statistics/_%28Webb%29/13%3A_Nonparametric_Tests/13.04%3A_Wilcoxon_Signed-Rank_Test)

Zuber-Skerritt O. *Action Research for Change and Development*. 1st ed. Routledge; 1991. doi:10.4324/9781003248491

Zucker, A. (2021, March). Teaching scientific literacy. *NSTA*. Retrieved January 27, 2024, from <https://www.nsta.org/science-teacher/science-teacher-marchapril-2021/teaching-scientific-literacy>



### Anejo 1. Rúbrica de Alfabetización Científica

#### A. Utiliza la terminología adecuada para describir conceptos científicos básicos.

COMPORTAMIENTO AUSENTE	COMPORTAMIENTO EMERGENTE	COMPORTAMIENTO EN DESARROLLO	COMPORTAMIENTO PRESENTE
Nunca o rara vez utiliza apropiada terminología para describir conceptos básicos. <input type="checkbox"/> Muchos errores <input type="checkbox"/> Explicaciones ambiguas y/o uso inadecuado.	A veces utiliza apropiada terminología para describir básicos. <input type="checkbox"/> Algunos errores <input type="checkbox"/> Explicaciones o usos incompletos	Utiliza con frecuencia Terminología apropiada para describir conceptos básicos. <input type="checkbox"/> Pocos errores <input type="checkbox"/> Mayoritariamente/ Explicaciones y usos claramente consistentes.	Utiliza sistemáticamente conceptos básicos y terminología adecuada para describir conceptos básicos. <input type="checkbox"/> Pocos errores o ninguno <input type="checkbox"/> Explicaciones y usos claros y completos.
0	1/2	3/4	5

#### B. Recopila, evalúa, analiza e interpreta información y datos.

COMPORTAMIENTO AUSENTE	COMPORTAMIENTO EMERGENTE	COMPORTAMIENTO EN DESARROLLO	COMPORTAMIENTO PRESENTE
Nunca o rara vez demuestra capacidad para recopilar, analizar e interpretar información y datos. <input type="checkbox"/> Utiliza datos irrelevantes <input type="checkbox"/> Omite información/ datos irrelevantes <input type="checkbox"/> Incapaz de analizar o interpretar datos	A veces capaz de recopilar, analizar e interpretar información y datos. <input type="checkbox"/> Utiliza alguna información y/o datos irrelevantes. <input type="checkbox"/> Omite alguna información y/o dato relevante. <input type="checkbox"/> Algún análisis/ interpretación incompleta de información y/o datos.	Con frecuencia capaz de recopilar, analizar e interpretar información y datos. <input type="checkbox"/> Utiliza mayormente información/ datos relevantes. <input type="checkbox"/> Rara vez omite información/ datos relevantes <input type="checkbox"/> Mayormente, completa análisis/ interpretación de la información/datos.	Es capaz de recopilar, analizar e interpretar información y datos. <input type="checkbox"/> Identifica consistentemente la información y/o los datos pertinentes. <input type="checkbox"/> Completa el análisis/interpretación de información/datos
10	1/2	3/4	5



C. Sintetiza información y datos para extraer conclusiones y resolver problemas.

COMPORTAMIENTO AUSENTE	COMPORTAMIENTO EMERGENTE	COMPORTAMIENTO EN DESARROLLO	COMPORTAMIENTO PRESENTE
<p>Nunca o rara vez sintetiza información y datos para extraer conclusiones.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> No es capaz de formular conclusiones válidas y bien fundamentadas.</li> <li><input type="checkbox"/> Las conclusiones son ambiguas</li> <li><input type="checkbox"/> No construye conexiones lógicas con conceptos relacionados.</li> <li><input type="checkbox"/> Nunca resuelve problemas correctamente; presenta muchos errores.</li> </ul>	<p>A veces sintetiza información y datos para sacar conclusiones.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> A veces es capaz de formular conclusiones válidas</li> <li><input type="checkbox"/> Las conclusiones son algo claras y concisas</li> <li><input type="checkbox"/> A veces construye conexiones lógicas con unos pocos conceptos relacionados</li> <li><input type="checkbox"/> A veces resuelve problemas correctamente con pocos errores</li> </ul>	<p>Sintetiza con frecuencia información y datos para sacar conclusiones.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Con frecuencia formula conclusiones válidas y fundamentadas</li> <li><input type="checkbox"/> Las conclusiones son en su mayoría claras y concisas</li> <li><input type="checkbox"/> Con frecuencia construye conexiones con algunos conceptos relacionados</li> <li><input type="checkbox"/> Resuelve con frecuencia problemas correctamente con pocos errores</li> </ul>	<p>Consistentemente sintetiza información y datos para extraer conclusiones.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> De forma coherente formula conclusiones bien fundamentadas válidas y bien fundamentadas</li> <li><input type="checkbox"/> Proporciona conclusiones claras y concisas</li> <li><input type="checkbox"/> Construye conexiones con otros conceptos relacionados</li> <li><input type="checkbox"/> De forma coherente resuelve problemas correctamente sin errores</li> </ul>
0	1/2	3/4	5