



UNIVERSIDAD DEL BÍO-BÍO

*Universidad del Bío-Bío*

FACULTAD DE EDUCACIÓN Y HUMANIDADES

*Pedagogía en ciencias naturales con mención en biología o física o química*



**Análisis de las concepciones sobre Fotosíntesis en Estudiantes de Primer Año  
Medio: Un Enfoque Pedagógico para Corregir Preconcepciones en el Colegio  
San Fernando**

Autora: Señorita Danitza Isabel Plaza Ruiz

Profesoras:

Dra. Patricia Arancibia Ávila

Dra. Maritza Palma

Fecha de presentación: 25 de marzo de 2024

Chillán, Chile

**Resumen:**

Este estudio investiga el diseño y la implementación de estrategias didácticas para mejorar la comprensión de los estudiantes de primer año medio acerca de la fotosíntesis y sus implicaciones en el metabolismo vegetal y ambiental. Se realizó un análisis detallado de las concepciones erróneas más comunes entre los estudiantes, seguido de la aplicación de una estrategia educativa diseñada para abordar y corregir estas percepciones equivocadas. Utilizando pre-tests y post-tests, se evaluó el impacto de la intervención educativa, revelando una mejora significativa en la comprensión de los estudiantes después de la implementación de las estrategias didácticas. En resumen, este estudio ofrece una contribución valiosa al campo de la educación científica al proporcionar un enfoque efectivo para corregir ideas alternativas sobre la fotosíntesis, destacando la importancia de las estrategias didácticas personalizadas para promover un aprendizaje sólido en biología vegetal y ecología.

**Palabras Clave:** Fotosíntesis, Estrategias didácticas, Comprensión, Metabolismo vegetal, Educación científica.

**Abstract:**

This study investigates the design and implementation of didactic strategies to enhance first-year high school students' understanding of photosynthesis and its implications in plant and environmental metabolism. A detailed analysis of the most common misconceptions among students was conducted, followed by the application of an educational strategy designed to address and correct these misconceptions. Using pre-tests and post-tests, the impact of the educational intervention was assessed, revealing a significant improvement in students' understanding after the implementation of the didactic strategies. In summary, this study offers a valuable contribution to the field of science education by providing an effective approach to correcting alternative ideas about photosynthesis, highlighting the importance of personalized didactic strategies to promote solid learning in plant biology and ecology.

**Keywords:** Photosynthesis, Didactic strategies, Understanding, Plant metabolism, Science education.

## ÍNDICE

|                                                                               |           |
|-------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1. INTRODUCCIÓN</b>                                                        | <b>3</b>  |
| 1.1. Contexto actual de la educación científica en las escuelas chilenas.     | 5         |
| 1.2. Importancia del estudio de la fotosíntesis                               | 7         |
| 1.3. Problema de investigación:                                               | 8         |
| 1.4 Hipótesis                                                                 | 9         |
| 1.5. Objetivos de la investigación                                            | 10        |
| <b>2. MARCO TEÓRICO</b>                                                       | <b>11</b> |
| 2.1. Conceptos básicos de la fotosíntesis                                     | 11        |
| 2.2. Componentes, organelos y funciones involucradas en fotosíntesis.         | 12        |
| 2.3. Fase clara y fase oscura de la fotosíntesis                              | 14        |
| 2.3. Concepciones alternativas más comunes sobre la fotosíntesis en alumnos   | 15        |
| 2.4. Origen de las concepciones alternativas sobre el proceso de fotosíntesis | 17        |
| 2.4.1. Experiencias Previas y Conocimientos Previos                           | 19        |
| 2.4.2. Simplificaciones Conceptuales                                          | 19        |
| 2.4.3. Influencia de Recursos Educativos:                                     | 19        |
| 2.4.4. Enfoques Tradicionales de Enseñanza:                                   | 19        |
| 2.4.5. Influencia del Entorno Social y Cultural:.                             | 20        |
| 2.4.6. Desafíos Lingüísticos:                                                 | 20        |
| 2.5. Métodos de enseñanza propuestos para esclarecer concepciones             | 21        |
| 2.5. Enfoque de investigación cuantitativa                                    | 23        |
| <b>3. METODOLOGÍA</b>                                                         | <b>24</b> |
| 3.1. Diseño de la investigación                                               | 24        |
| 3.2. Participantes:                                                           | 26        |
| 3.3. Instrumentos de recolección de datos:                                    | 27        |
| 3.4 Diseño de las preguntas del instrumento de evaluación principal           | 29        |
| 3.5. Procedimiento de recolección de datos:                                   | 31        |
| <b>4. RESULTADOS</b>                                                          | <b>34</b> |

|                                                                       |    |
|-----------------------------------------------------------------------|----|
| <b>5. DISCUSIÓN</b>                                                   | 55 |
| 5.1. Interpretación de los resultados                                 | 55 |
| 5.2. Limitaciones y sugerencias para futuras investigaciones          | 57 |
| <b>6. CONCLUSIONES</b>                                                | 60 |
| <b>7. REFERENCIAS</b>                                                 | 62 |
| <b>8. ANEXOS</b>                                                      | 66 |
| 8.1. Test de entrada.                                                 |    |
| 8.2. Guía de intervención didáctica: “La receta de la fotosíntesis”   |    |
| 8.3. Prácticos de laboratorio fase clara y oscura de la fotosíntesis. |    |

## 1. INTRODUCCIÓN

La fotosíntesis es un proceso biológico fundamental para la vida en la Tierra, ya que permite que aquellos organismos que la utilizan, puedan transformar la energía luminosa en energía química. Esta energía es utilizada por los seres vivos para llevar a cabo sus funciones vitales y por lo tanto los organismos fotosintéticos están en la base de la pirámide trófica.

La fotosíntesis alimenta casi la totalidad del mundo vivo de forma directa e indirecta. Un organismo adquiere los componentes orgánicos que utiliza para energía y esqueletos carbonados de una o dos maneras principales: la nutrición autotrófica o la nutrición heterótrofa. Los autótrofos se “autoalimentan” (*auto* significa así mismo y *trofos* significa alimentar). Se sostienen a sí mismos sin comer nada derivado de otros organismos. Los autótrofos producen sus propias moléculas orgánicas a partir del CO<sub>2</sub> y otra materia prima inorgánica obtenida del ambiente son las fuentes esenciales de compuestos orgánicos para todos los organismos no autótrofos, y por este motivo, los biólogos denominan a los autótrofos como los productores de la biosfera.” (Campbell & Reece, 2007).

La comprensión de este proceso ha ayudado a las ciencias agrícolas, forestales, agroalimentarias, entre otras a mejorar y optimizar la productividad de los cultivos y así contribuir a mitigar problemas de hambruna en el mundo. De esta manera, es indispensable que la bioquímica de la fotosíntesis y sus conceptos sean enseñados y comprendidos desde la más tierna infancia en nuestras sociedades humanas, los futuros profesionales de cada nación.

A pesar de la importancia de este proceso en la vida del planeta y de las implicancias que tiene manejar apropiadamente el proceso de la fotosíntesis en el desarrollo de las naciones y sus sociedades, las bases bioquímicas que explican los mecanismos involucrados son comprendidos con cierta dificultad por los estudiantes. Es un concepto que se introduce en el séptimo año de educación básica y se sigue avanzando en su comprensión hasta segundo año de enseñanza media. A nivel universitario, las mallas curriculares la incluyen dentro de asignaturas como bioquímica o biología general en carreras relacionadas con ciencia y tecnología.

Es un proceso complejo cuyo estudio no se detiene en el tiempo y producto de ello es que conocemos cada vez más sobre cómo los vegetales han podido adaptarse metabólica y fisiológicamente a cambios ambientales como variaciones climáticas y factores estresantes como la falta de agua, extremos de temperatura, pH, dióxido de carbono, entre otros.

Por lo tanto, la importancia de estudiarla y las dificultades que encierra el aprenderla, nos conduce a indagar cuáles son los saberes erróneos de los estudiantes en torno al proceso de la fotosíntesis y nos insta a construir actividades didácticas y pedagógicas apropiadas que ayuden a modificar o reemplazar dichos saberes erróneos.

Dado la extensión de este proceso tan complejo, en este trabajo se aborda el estudio de las creencias erróneas que tienen alumnos universitarios de la carrera de Pedagogía en Ciencias, respecto a la fase clara y la fase oscura de la fotosíntesis. Se identifican las creencias erróneas más comunes entre los estudiantes y se analiza el nivel cognitivo en las cuales las creencias erróneas se encuentran. Luego, se propone una estrategia didáctica para corregir estas creencias erróneas y mejorar la comprensión de los estudiantes sobre la fotosíntesis.

En la actualidad, la enseñanza de la fotosíntesis se basa principalmente en la presentación de conceptos teóricos y experimentos prácticos, pero no se presta suficiente atención al análisis de las creencias previas que tienen los estudiantes y su influencia en la comprensión del proceso. Sin embargo, diversos autores resaltan la importancia de analizar estas ideas alternativas desde el lenguaje con el que se abordan: Aprender ciencia implica dominar su lenguaje específico al hablar, leer, escribir, razonar, resolver problemas y participar activamente en la comunidad científica que lo utiliza, tanto en el laboratorio como en la vida diaria (Lemke, J. (1997).

Por tanto, el objetivo principal de este trabajo es identificar las creencias erróneas más comunes que tienen los estudiantes de primer año medio sobre la fase clara y la fase oscura de la fotosíntesis, analizar cómo estas afectan su comprensión del proceso y proponer una estrategia didáctica para corregir estas creencias y mejorar la enseñanza de la fotosíntesis en el ámbito escolar.

Con este trabajo se espera contribuir al mejoramiento de la enseñanza de la fotosíntesis en el ámbito universitario, proporcionando información relevante acerca de las dificultades que enfrentan los estudiantes en su comprensión y ofreciendo una propuesta para mejorar la enseñanza de este proceso biológico crucial. En este sentido, la presente investigación se enmarca en la necesidad de mejorar la calidad de la enseñanza de la ciencia y de promover una formación más crítica y reflexiva en los estudiantes universitarios.

## **1.1. Contexto actual de la educación científica en las escuelas chilenas.**

El actual panorama de la educación científica en las instituciones educativas chilenas, de acuerdo con el Ministerio de Educación (Mineduc, et al 2023), se caracteriza por una serie de cambios y retos orientados a fortalecer y mejorar la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias en el país. La educación científica ocupa un lugar fundamental, pues busca potenciar competencias científicas, ciudadanas y críticas en los estudiantes, fomentando su curiosidad, pensamiento científico y capacidad para indagar y resolver problemas relacionados con el entorno natural.

El Mineduc (et al 2023) ha hecho hincapié en promover un enfoque de educación científica basado en la indagación y la experimentación. Su objetivo es que los estudiantes no se limiten a memorizar conceptos científicos, sino que sean capaces de investigar, plantear preguntas, formular hipótesis y llevar a cabo experimentos con el fin de comprender los fenómenos naturales a su alrededor. Además, se busca desarrollar en los estudiantes el pensamiento crítico y la habilidad para analizar y evaluar evidencias científicas de manera fundamentada.

En consonancia con estas metas, el Mineduc (et al 2023) ha impulsado la implementación de programas y planes de estudio que fortalezcan la enseñanza de las ciencias en todos los niveles educativos. Se busca asegurar que los docentes cuenten con los recursos, materiales y formación necesaria para brindar una educación científica de calidad, y se fomenta la participación de la comunidad educativa en la creación de ambientes de aprendizaje significativos y motivadores.

No obstante, el contexto de la educación científica en Chile también enfrenta desafíos. Es crucial mejorar la infraestructura y los recursos disponibles en las escuelas, especialmente en aquellas ubicadas en zonas rurales o desfavorecidas, para garantizar el acceso equitativo a una educación científica de calidad (Minedu, 2023). Además, se deben fortalecer los vínculos entre la educación científica escolar y la investigación científica, con el fin de

inspirar y motivar a los estudiantes a seguir carreras en ciencias y tecnología (Mineduc, et amo 2023).

Para finalizar, es necesario destacar que el escenario actual de la educación científica en las escuelas chilenas refleja un esfuerzo por formar a estudiantes críticos y reflexivos, capaces de comprender y enfrentar los desafíos científicos del siglo XXI. A través de un enfoque basado en la indagación, se busca desarrollar ciudadanos con habilidades y conocimientos científicos que contribuyan al desarrollo sostenible del país y al avance de la ciencia a nivel global. Sin embargo, aún se requiere trabajar en aspectos como la infraestructura, la formación docente y la vinculación con la investigación científica para lograr una educación científica inclusiva y de calidad para todos los estudiantes chilenos (Mineduc, 2023).

## **1.2. Importancia del estudio de la fotosíntesis**

Producción de oxígeno: se puede destacar cómo la fotosíntesis es responsable de la producción de oxígeno en la Tierra, lo que es esencial para la vida tal como la conocemos. Explicar cómo los organismos fotosintéticos, como las plantas y las algas, generan oxígeno como subproducto durante la fotosíntesis y cómo esto es vital para el equilibrio de los ecosistemas.

Captura de dióxido de carbono: Es necesario mencionar cómo la fotosíntesis es un proceso crucial en la captura y almacenamiento de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) atmosférico. Además, se puede discutir cómo las plantas absorben CO<sub>2</sub> durante la fotosíntesis y cómo esto ayuda a mitigar el efecto invernadero y el cambio climático.

Fuente de energía renovable: Para esto es fundamental explorar cómo la fotosíntesis es la base de la energía solar almacenada en forma de biomasa vegetal. Por otro lado, dar el espacio para Hablar sobre la importancia de esta biomasa como fuente de energía renovable y cómo su estudio y comprensión pueden contribuir al desarrollo de tecnologías más eficientes y sostenibles.

Relación con la agricultura: Por último y no menos importante mencionar y destacar el cómo el estudio de la fotosíntesis es fundamental para la mejora de los cultivos agrícolas y la producción de alimentos. Por cierto, discutir sobre maneras de cómo comprender los mecanismos de la fotosíntesis podría ayudar a optimizar la eficiencia de la producción agrícola y enfrentar los desafíos de seguridad alimentaria en un mundo en constante crecimiento.

### **1.3. Problema de investigación:**

El proceso de enseñanza-aprendizaje de la fotosíntesis en estudiantes de primer año de enseñanza media presenta desafíos, ya que muchas veces los estudiantes tienen concepciones erróneas sobre este proceso biológico. La comprensión adecuada de la fotosíntesis es fundamental, no solo para comprender los procesos metabólicos de las plantas, sino también para comprender su impacto en el ambiente. Por lo tanto, es necesario investigar si la aplicación de una estrategia didáctica específica puede corregir estas concepciones erróneas y mejorar la comprensión de los estudiantes sobre la fotosíntesis, así como su efecto en el metabolismo vegetal y en el ambiente. Este problema de investigación busca explorar el impacto de la estrategia didáctica en la corrección de conceptos erróneos y en la mejora de la comprensión de los estudiantes sobre la fotosíntesis, así como su repercusión en el entendimiento del metabolismo vegetal y en la conciencia ambiental de los estudiantes de primer año de enseñanza media.

## **1.4 Hipótesis**

La estrategia didáctica aplicada a estudiantes de primer año medio generan impacto positivo corrigiendo conceptos en la comprensión acerca del proceso de fotosíntesis y su efecto en el metabolismo vegetal y en el ambiente.

## **1.5. Objetivos de la investigación**

### **Objetivo general:**

Desarrollar estrategias didácticas efectivas para mejorar la comprensión de los estudiantes de primer año medio sobre el proceso de la fotosíntesis, así como su impacto en el metabolismo vegetal y en el medio ambiente.

### **Objetivos específicos:**

- Identificar las ideas alternativas más comunes que tienen los estudiantes de primer año medio sobre el proceso de la fotosíntesis.
- Analizar la comprensión que los estudiantes tienen sobre las implicaciones de este proceso en el metabolismo vegetal y en el ambiente.
- Implementar una estrategia didáctica que reenuncie las ideas que los estudiantes de primer año poseen sobre el proceso de la fotosíntesis y la comprensión de las implicaciones de este proceso en el metabolismo vegetal y en el ambiente.
- Evaluar la efectividad de la estrategia didáctica en la corrección de las ideas que los estudiantes de primer año poseen sobre el proceso de la fotosíntesis y la comprensión de las implicaciones de este proceso en el metabolismo vegetal y en el ambiente.

## **2. MARCO TEÓRICO**

### **2.1. Conceptos básicos de la fotosíntesis**

La fotosíntesis es un proceso vital que ocurre en las plantas y algunas bacterias, mediante el cual se captura la energía de la luz del sol y se convierte en energía química. Es esencial comprender los conceptos básicos de la fotosíntesis para abordar las creencias erróneas que los alumnos universitarios pueden tener al respecto.

Según Jean Piaget, en su libro "Educación e Instrucción", los estudiantes construyen su conocimiento a través de la interacción con su entorno. En el caso de la fotosíntesis, es importante destacar que los alumnos pueden tener concepciones previas incorrectas, como la idea de que las plantas obtienen energía únicamente del suelo o de que la fotosíntesis solo ocurre durante el día. "Es común que los estudiantes lleguen al aula con concepciones previas erróneas, como la idea de que las plantas obtienen su energía únicamente del suelo" (Piaget, 1977).

Es fundamental abordar estas concepciones erróneas desde una perspectiva constructivista, promoviendo la indagación y la reflexión de los estudiantes. Se pueden diseñar actividades que les permitan explorar y descubrir por sí mismos los procesos básicos de la fotosíntesis, como la captura de la energía luminosa y su conversión en energía química. "El conocimiento no puede ser transmitido simplemente, sino que debe ser construido activamente por el estudiante a través de su interacción con el entorno" (Piaget, 1977).

## **2.2. Componentes, organelos y funciones involucradas en fotosíntesis.**

Los cloroplastos son estructuras esenciales para la fotosíntesis, ya que son los orgánulos celulares donde ocurren las reacciones fotoquímicas y bioquímicas del proceso. En la fase clara, los pigmentos fotosintéticos presentes en los tilacoides de los cloroplastos, como la clorofila a y b, capturan la luz solar y la convierten en energía química. Esta energía es utilizada en la fase oscura para sintetizar glucosa a partir de dióxido de carbono y agua (Marín-Guirao et al., 2018). Los cloroplastos son cruciales para la transformación de la energía lumínica en energía química y para la producción de alimento en las plantas.

La clorofila y otros pigmentos fotosintéticos son fundamentales para la fotosíntesis, ya que son responsables de absorber diferentes longitudes de onda de luz solar. La clorofila a, el pigmento más importante en la fotosíntesis, absorbe principalmente luz azul y roja, mientras que refleja el verde, lo que le da a las plantas su color característico (Dorosh et al., 2019). La clorofila b, por otro lado, complementa la absorción de luz y expande el rango de energía luminosa aprovechable. Estos pigmentos trabajan en conjunto para captar la energía lumínica necesaria para la síntesis de ATP y NADPH, que son fundamentales en la fase oscura para producir carbohidratos.

Los pigmentos fotosintéticos son vitales para la adaptación de las plantas a diferentes condiciones ambientales. La presencia de pigmentos accesorios, como los carotenoides, les permite a las plantas absorber una gama más amplia de luz y proteger los cloroplastos del daño causado por el exceso de energía lumínica, evitando así el estrés oxidativo (Frank et al., 2019). Además, algunos pigmentos, como los xantófilos, tienen funciones fotoprotectoras y actúan como disipadores de calor, protegiendo a las plantas de la fotoinhibición en condiciones de alta luminosidad.

La importancia de los cloroplastos y los pigmentos fotosintéticos en la fotosíntesis radica en su papel fundamental para la supervivencia de las plantas y la producción de oxígeno en la atmósfera terrestre. La fotosíntesis es la base de la cadena alimentaria y es esencial para el equilibrio ecológico. Además, el conocimiento sobre estos procesos es crucial para comprender la función y el comportamiento de los ecosistemas terrestres y marinos, así

como para el desarrollo de tecnologías sostenibles basadas en la fotosíntesis artificial (Aguirre et al., 2021).

### 2.3. Fase clara y fase oscura de la fotosíntesis

La fotosíntesis consta de dos etapas principales: la fase clara (también conocida como fase luminosa o dependiente de la luz) y la fase oscura (también conocida como fase independiente de la luz o ciclo de Calvin).

Luis Pascuali, en su obra "Biología para docentes (Tomo 1)", destaca la importancia de presentar las etapas de la fotosíntesis de manera clara y secuencial para facilitar la comprensión de los alumnos. Es fundamental que los estudiantes comprendan que la fase clara implica la captura de la energía lumínica en los cloroplastos y la generación de ATP y NADPH, "La fase clara de la fotosíntesis implica la captura de la energía lumínica en los cloroplastos y la generación de ATP y NADPH" (Pascuali, 2009). mientras que la fase oscura se refiere a la fijación del dióxido de carbono y la producción de carbohidratos. "La fase oscura de la fotosíntesis se refiere a la fijación del dióxido de carbono y la producción de carbohidratos" (Pascuali, 2009).

Es importante enfatizar que ambas fases están interconectadas y dependen una de la otra para el funcionamiento global de la fotosíntesis. Es común que los estudiantes perciban estas fases como procesos independientes o que no comprendan cómo se relacionan entre sí. Por lo tanto, es necesario utilizar estrategias didácticas que ayuden a los estudiantes a visualizar y comprender la secuencia de eventos en la fotosíntesis, así como la interdependencia de las dos fases.

Por otro lado, de acuerdo con Macías (2013), el "hecho de entender que muchas plantas logran sobrevivir y realizar su proceso fotosintético en lugares sumergidos, permite ampliar el conocimiento biológico de los estudiantes" Es decir, que el hecho de no solo hablar de plantas terrestres, sino también de plantas acuáticas, podría contribuir al hecho de que los estudiantes comprendan la fotosíntesis más allá de un proceso que solo ocurre a superficie del agua; y que además podría ayudar a que los alumnos menos comprendan como procesan el oxígeno disponible.

### **2.3. Concepciones alternativas más comunes sobre la fotosíntesis en alumnos**

a) La creencia de que la fotosíntesis solo ocurre en presencia de luz solar directa y durante el día: Los estudiantes pueden pensar que las plantas no pueden realizar la fotosíntesis en condiciones de baja iluminación o durante la noche. Es necesario desafiar esta creencia y proporcionar ejemplos de plantas que realizan la fotosíntesis en diferentes condiciones lumínicas, como las plantas de interior o las que crecen en zonas sombreadas. Harlen et al (1989)

b) Las raíces como fuente principal de alimentación de las plantas: Se ha observado que muchos estudiantes, especialmente los más jóvenes, tienden a creer que las plantas obtienen la mayoría de sus nutrientes del suelo a través de las raíces. Charrier et al. (2006) Los estudiantes pueden tener la concepción errónea de que las plantas obtienen la mayor parte de su energía de los nutrientes que absorben a través de las raíces. Sobre esto mismo, Según García (2018), algunos estudiantes pueden creer erróneamente que las plantas obtienen energía únicamente del suelo y no del sol. Es esencial enfatizar que la fotosíntesis es el proceso principal a través del cual las plantas obtienen su energía y que los nutrientes del suelo son necesarios para otros procesos metabólicos, pero no como fuente principal de energía. Harlen et al (1989)

c) Fase clara y fase oscura son procesos independientes no relacionados entre sí: Los estudiantes pueden tener dificultades para comprender la interconexión entre la fase clara y la fase oscura de la fotosíntesis. Pueden percibirlos como procesos separados y no entender cómo los productos de la fase clara, como el ATP y el NADPH, se utilizan en la fase oscura para la fijación del carbono. Es necesario proporcionar ejemplos y explicaciones claras que demuestran cómo los productos de la fase clara se utilizan en la fase oscura, mostrando la relación de dependencia entre ambas fases.

d) Desconocimiento de la función de las hojas y la clorofila:

Muchos estudiantes no comprenden la función específica de las hojas en la fotosíntesis y desconocen el papel de la clorofila en este proceso. Charrier et al. (2006)

d) Confusión sobre los gases necesarios para la fotosíntesis: Algunos estudiantes creen erróneamente que los gases necesarios para la fotosíntesis son absorbidos por las raíces y tallos, en lugar de las hojas. Charrier et al. (2006). Este pensamiento, también, está estrechamente relacionado con la idea de que la fotosíntesis es un proceso de respiración en las plantas, lo que revela una confusión conceptual. Vega et al. (2020)

e) Finalidad errónea de la fotosíntesis: Una parte significativa de los estudiantes piensa que la principal finalidad de la fotosíntesis es producir oxígeno, reduciendo así el proceso a un simple intercambio gaseoso. Angosto et al (2018)

f) Desconocimiento de los compuestos necesarios para la fotosíntesis: Los estudiantes no reconocen en su totalidad los compuestos necesarios para que el proceso de fotosíntesis se lleve a cabo. Vega et al. (2020)

## **2.4. Origen de las concepciones alternativas sobre el proceso de fotosíntesis**

El análisis de las ideas alternativas que los alumnos presentan sobre la fase clara y oscura de la fotosíntesis requiere una exploración profunda de los posibles orígenes de estas concepciones. Entender cómo se forman y arraigan estas ideas previas es esencial para diseñar estrategias pedagógicas efectivas que aborden directamente sus fundamentos. A continuación, se abordan algunos de los posibles orígenes de estas ideas alternativas.

El origen de estas concepciones alternativas, tras una instrucción formal, puede rastrearse hasta las experiencias diarias de los alumnos, las vivencias durante la enseñanza y las influencias de profesores y textos. Las concepciones alternativas se generan a través de las experiencias de vida de los sujetos y el uso indiscriminado del lenguaje cotidiano. Dreyfus y Jungwirth et al (1988), como se citó en Calixto & García, (2011) De este modo, la interacción constante con el entorno y el lenguaje cotidiano contribuyen a la formación de estas concepciones, especialmente en relación con conceptos fundamentales de biología a nivel macro.

Estas construcciones personales se nutren de las experiencias de vida de los individuos y arraigan en la utilización indiscriminada del lenguaje cotidiano. Es notable que, en el nivel micro de organización, donde se exploran conceptos más detallados, como la estructura y funciones de la célula, los individuos encuentran menos oportunidades para desarrollar sus propias concepciones alternativas. La falta de contacto directo con estos conceptos en la vida diaria limita las oportunidades de transformar y evolucionar estas concepciones.

En este contexto, se evidencia la importancia de abordar las concepciones alternativas en el proceso educativo, identificando su origen en las experiencias cotidianas, la enseñanza en el aula y las influencias externas. "El origen de las concepciones alternativas, después de una enseñanza formal, puede encontrarse en las experiencias cotidianas de los alumnos que son llevados a la clase", señalan Dreyfus y Jungwirth. Superar estas percepciones erróneas

requiere estrategias pedagógicas que aborden tanto los aspectos macro como micro de la biología, desafiando y transformando estas percepciones en el aula. En palabras de los mismos autores, es en este contexto donde se debe desafiar y transformar estas percepciones para construir una comprensión más precisa y fundamentada.

#### **2.4.1. Experiencias Previas y Conocimientos Previos**

Las ideas alternativas pueden originarse a partir de experiencias previas de los estudiantes, ya sea en el ámbito escolar, cotidiano o mediático. Conocimientos previos incompletos o mal interpretados pueden contribuir a la formación de concepciones erróneas sobre la fotosíntesis.

#### **2.4.2. Simplificaciones Conceptuales**

Los estudiantes a menudo tienden a simplificar conceptos complejos para facilitar su comprensión. En el caso de la fotosíntesis, estas simplificaciones pueden llevar a malentendidos sobre la naturaleza específica de las fases clara y oscura.

#### **2.4.3. Influencia de Recursos Educativos:**

Libros de texto, materiales educativos y recursos multimedia pueden desempeñar un papel significativo en la formación de ideas alternativas. La interpretación incorrecta de información presentada en estos recursos podría contribuir a la concepción errónea de la fotosíntesis.

#### **2.4.4. Enfoques Tradicionales de Enseñanza:**

Métodos de enseñanza tradicionales que no logran abordar de manera efectiva las fases específicas de la fotosíntesis pueden dejar lagunas en la comprensión de los estudiantes, permitiendo la formación de ideas alternativas.

#### **2.4.5. Influencia del Entorno Social y Cultural:**

Factores sociales y culturales también pueden desempeñar un papel en la formación de concepciones alternativas. Creencias arraigadas en la cultura o ideas previas transmitidas socialmente pueden influir en la interpretación de la información sobre la fotosíntesis.

#### **2.4.6. Desafíos Lingüísticos:**

La terminología científica puede representar un desafío lingüístico para los estudiantes, llevándolos a interpretaciones incorrectas y, por ende, a la formación de ideas alternativas.

## **2.5. Métodos de enseñanza propuestos para esclarecer concepciones**

En su obra "La enseñanza de las ciencias por el descubrimiento", Arthur Carin y Robert B. Sund resaltan la importancia de utilizar enfoques educativos que fomenten el descubrimiento y la construcción del conocimiento por parte de los estudiantes.

Para corregir las creencias erróneas sobre la fotosíntesis, se pueden emplear métodos de enseñanza efectivos como:

a) Enfoque constructivista: Promover la participación activa de los estudiantes en la construcción de su propio conocimiento a través de actividades prácticas, experimentos y discusiones en grupo. "El enfoque constructivista implica promover la participación activa de los estudiantes en la construcción de su propio conocimiento a través de actividades prácticas, experimentos y discusiones en grupo" (Carin & Sund, 1977). Por ejemplo, se pueden diseñar actividades de laboratorio que simulen los procesos de la fotosíntesis, permitiendo a los estudiantes observar directamente los cambios y descubrir los conceptos clave por sí mismos. "Las actividades de laboratorio que simulan los procesos de la fotosíntesis permiten a los estudiantes observar directamente los cambios y descubrir los conceptos clave por sí mismos" (Carin & Sund, 1977).

b) Análisis de conceptos erróneos: Identificar las concepciones erróneas específicas de los estudiantes sobre la fotosíntesis y abordarlas de manera directa. "Es útil realizar preguntas abiertas o cuestionarios diagnósticos para identificar las concepciones erróneas específicas de los estudiantes sobre la fotosíntesis" (Harlen, 1999). y luego diseñar actividades específicas para corregirlas. Por ejemplo, se pueden presentar situaciones problemáticas que desafíen las concepciones erróneas y guíen a los estudiantes hacia una comprensión más precisa de la fotosíntesis. "Diseñar actividades específicas que desafíen las concepciones erróneas y guíen a los estudiantes hacia una comprensión más precisa de la fotosíntesis es una estrategia efectiva para abordar los conceptos erróneos" (Harlen, 1999).

c) Uso de analogías: Utilizar analogías y metáforas que ayuden a los estudiantes a comprender los procesos complejos de la fotosíntesis, relacionándolos con situaciones más

familiares y accesibles. "Utilizar analogías y metáforas ayuda a los estudiantes a comprender los procesos complejos de la fotosíntesis relacionándolos con situaciones más familiares y accesibles" (Pascuali, 2009). Por ejemplo, Pascuali también menciona que se puede comparar la fotosíntesis con un proceso de fabricación en una fábrica, donde la energía lumínica sería como la energía eléctrica que impulsa las máquinas y los productos finales serían los carbohidratos. De esta manera el proceso de fotosíntesis deja de verse como algo tan ajeno a los alumnos y los acerca a una realidad con mecanismo que ya conocen sobre la elaboración de un producto de fábrica.

d) Integración de tecnología: El uso de las nuevas tecnologías ayuda a los estudiantes a mostrándoles un proceso como la fotosíntesis de una forma más dinámica y llamativa, que puede fomentar el aprendizaje. Según Piaget en su obra "Educación e Instrucción, (1977)" Utilizar herramientas tecnológicas, como simulaciones interactivas y recursos multimedia, puede ayudar al proceso del aprendizaje facilitando la comprensión de los de la fotosíntesis, en este caso, y ofreciendo una representación visual que no solo puede explicar mejor los conceptos con un apoyo visual menos complejo de comprender. Estas tecnologías pueden ir desde un vídeo explicativo, hasta tecnologías más avanzadas como la realidad virtual. "Las simulaciones permiten a los estudiantes explorar virtualmente los diferentes pasos de la fotosíntesis y observar los cambios en tiempo real, lo que puede ayudarles a comprender mejor los conceptos y a corregir sus concepciones erróneas" (Piaget, 1977).

## **2.5. Enfoque de investigación cuantitativa**

Enfoque cuantitativo:

Según Hernández, Fernández y Baptista (2014), el enfoque cuantitativo se caracteriza por la recolección y análisis de datos numéricos o que pueden convertirse en números. Utiliza métodos estandarizados y rigurosos para medir variables, permitiendo evaluar relaciones de causa y efecto en la investigación..

Ventajas del enfoque cuantitativo:

De acuerdo con Hernández et al. (2014), una de las ventajas del enfoque cuantitativo es que permite la obtención de resultados más precisos y objetivos, ya que se basa en datos numéricos. Además, su diseño experimental permite establecer relaciones causales y controlar variables que pueden afectar los resultados.

### **3. METODOLOGÍA**

#### **3.1. Diseño de la investigación**

Se empleó un diseño de investigación cuasi experimental de una sola muestra con mediciones repetidas para evaluar el impacto de una estrategia didáctica en la comprensión de la fotosíntesis por parte de los estudiantes. El estudio se dividió en cuatro etapas: pre-test, clase teórica, laboratorio de experimentación y post-test.

#### **3.2. Participantes**

Los participantes fueron estudiantes de primer año de enseñanza media del colegio San Fernando de Chillán, Chile. Se contó con la participación de un total de 20 estudiantes en la primera sesión y 17 estudiantes en la segunda sesión.

#### **3.3. Instrumentos de Recolección de Datos**

Se utilizó un cuestionario diseñado específicamente para evaluar la comprensión inicial de los estudiantes sobre la fotosíntesis en el pre-test y el post-test. Además, se emplearon guías de observación para registrar el desempeño de los estudiantes durante la clase teórica y el laboratorio de experimentación.

### **3.4. Procedimiento**

#### **Estrategia didáctica**

- a) Clase Teórica: Se llevó a cabo una clase teórica donde se abordaron los conceptos de la fotosíntesis utilizando una receta de cocina como analogía. La duración de esta sesión fue de 45 minutos y participaron los 20 estudiantes.
- b) Laboratorio de Experimentación: En la siguiente sesión, se realizó un laboratorio de experimentación donde los estudiantes llevaron a cabo un experimento práctico utilizando plantas de *Lemna perpusilla* en tres frascos con diferentes medios. Esta sesión también tuvo una duración de 45 minutos y participaron 17 estudiantes.

#### **Indicadores:**

Pre-test: Se aplicó un cuestionario antes de la intervención educativa para evaluar la comprensión inicial de los estudiantes sobre la fotosíntesis.

Post-test: Finalmente, se aplicó un segundo cuestionario para evaluar la comprensión de los estudiantes después de la intervención educativa.

### **3.5. Análisis de Datos**

Los datos recopilados se analizaron cuantitativamente mediante estadísticas descriptivas para comparar las puntuaciones del pre-test y post-test. Finalmente registradas durante la clase teórica y el laboratorio de experimentación para complementar los hallazgos cuantitativos

En este contexto, los estudiantes aplican los conocimientos adquiridos durante la lección y la actividad visual para diseñar y ejecutar un experimento. Cada grupo tiene la responsabilidad de observar cómo la Lemna perpusilla responde a diversas condiciones de luz y agua, estableciendo conexiones entre estas observaciones y los principios de las fases de la fotosíntesis.

El análisis de resultados y la subsiguiente discusión grupal facilitan una revisión colectiva de los conceptos clave y la integración de la teoría con la práctica. Este enfoque integral no solo persigue fortalecer la comprensión de los estudiantes sobre la fotosíntesis, sino también abordar y corregir cualquier malentendido previo identificado en las etapas iniciales de la investigación.

Esta secuencia de actividades se alinea directamente con el objetivo central de este estudio, que busca mejorar la comprensión de los estudiantes sobre la fotosíntesis y corregir preconcepciones comunes mediante estrategias educativas efectivas y contextualmente relevantes.

### 3. Evaluación de la efectividad de la estrategia didáctica:

Finalmente, se evaluará la efectividad de la estrategia didáctica en la corrección de las creencias erróneas y en la mejora de la comprensión de los estudiantes sobre la fotosíntesis. Para ello, se aplicará nuevamente el test diagnóstico después de la clase y las actividades de laboratorio.

### **3.2. Participantes:**

El objeto de estudio de esta investigación se centrará en un grupo específico de participantes, que son estudiantes de primer año medio del colegio San Fernando de la ciudad de Chillán, Chile. Estos estudiantes están cursando primer año medio la edad de 13 y 15 años de edad, lo que indica que ya han adquirido una base de conocimientos en ciencias naturales, específicamente fotosíntesis, y se encuentran en una etapa adecuada para abordar conceptos más complejos como la fotosíntesis en fase clara y fase oscura, ya que por lo general en la enseñanza básica se abordan conceptos generales del tema en cuestión, de modo que no es un tema completamente nuevo para ellos. Así mismo, la selección de los participantes se realizó de manera intencionada, asegurando que representan una muestra diversa y representativa del grupo en estudio.

### **3.3. Instrumentos de recolección de datos:**

En esta fase del estudio, se ha diseñado un enfoque metodológico integral mediante la implementación de dos pruebas: un pre test, administrado previo a la intervención, y un post test, realizado posteriormente a la misma. Ambas evaluaciones tienen como objetivo medir la comprensión de los estudiantes respecto a las fases clara y oscura de la fotosíntesis. Por otro lado, también se aplicará una actividad durante la primera etapa de este estudio en la que los participantes recibirán dos dibujos de los organelos de la célula vegetal que están involucrados directamente con la fotosíntesis. El propósito de esta actividad es que los alumnos reconozcan estos organelos, y coloreen o marquen aquellos que participan en fase clara y oscura.

a) **Pre Test:** La primera evaluación constará de preguntas destinadas a explorar las concepciones previas de los estudiantes sobre la fotosíntesis en sus fases clara y oscura.

Este enfoque se centrará en la identificación de creencias erróneas y conceptos malinterpretados antes de la intervención.

#### **b) Análisis de esquemas**

En esta etapa del estudio, se procederá al análisis detallado de los esquemas entregados por los estudiantes de primer año medio del Colegio San Fernando. Estos esquemas, proporcionados como parte de la actividad pedagógica, se convierten en una herramienta central para la evaluación de la comprensión conceptual de los estudiantes en relación con las fases clara y oscura de la fotosíntesis.

El objetivo principal consiste en identificar de manera precisa las estructuras celulares presentes en los dibujos que reflejan la comprensión de los estudiantes sobre las fases específicas del proceso fotosintético. Se buscará determinar si los participantes lograron diferenciar claramente las características de la fase clara, asociada con la captación de luz, y la fase oscura, centrada en la fijación del carbono. Cabe mencionar que en todo momento se acompañó a los estudiantes durante el desarrollo de la guía práctica.

Este análisis se llevará a cabo con un enfoque en la interpretación de los elementos celulares representados en los dibujos proporcionados, permitiendo una evaluación más profunda de la comprensión de los estudiantes. Además, se prestará especial atención a la variabilidad entre los esquemas entregados por diferentes grupos de estudiantes, con el objetivo de identificar patrones o conceptos erróneos frecuentes presentes en la población estudiantil.

**c) Post Test:** Diseñado para aplicarse después de la intervención, este test contendrá preguntas específicas que evaluarán el grado de corrección de las creencias erróneas identificadas en el pre test. La estructura se orientará a reflejar la comprensión mejorada de los conceptos clave de la fotosíntesis en ambas fases después de la intervención. Para esto se utilizarán las mismas preguntas del pre test.

### **3.4 Características de las Preguntas de pre y post test**

Claridad y Especificidad: Las preguntas se formularán de manera clara y específica para garantizar una evaluación precisa de la comprensión de los estudiantes.

Cobertura de Conceptos Clave: Se abordarán los conceptos esenciales de la fotosíntesis en ambas fases, asegurando una evaluación integral de la intervención.

La elección de utilizar un pre y post test idéntico para la aplicación del estudio se fundamenta en la necesidad de evaluar de manera precisa el impacto de la intervención, minimizando así la influencia de variables externas. En este contexto, cabe destacar que si bien las pruebas comparten la misma estructura, se implementa un desordenamiento de las preguntas y sus alternativas entre el pre y post test. Esta estrategia busca mitigar posibles efectos de memorización, garantizando una evaluación más fidedigna de la comprensión y retención de los conocimientos adquiridos durante la intervención.

### 3.4 Diseño de las preguntas del instrumento de evaluación principal

El test diagnóstico de entrada proporciona una evaluación exhaustiva sobre el conocimiento de los estudiantes acerca del proceso de fotosíntesis, abordando preguntas que abarcan distintos niveles de la taxonomía de Bloom. Desde la identificación de hechos básicos sobre la fotosíntesis hasta la aplicación de conceptos en situaciones específicas, las preguntas se han diseñado para evaluar diversas habilidades cognitivas. A través de esta variedad, se busca no solo medir el nivel de conocimiento, sino también comprender la capacidad de los estudiantes para aplicar, analizar y sintetizar información relacionada con la fotosíntesis. Además, las preguntas abiertas al final del test invitan a los estudiantes a explicar procesos clave, fomentando la expresión en sus propias palabras y demostrando una comprensión más profunda. Este enfoque diversificado refleja la importancia de evaluar no solo la retención de información, sino también la capacidad de aplicar y analizar conceptos esenciales en el ámbito de la biología.

Preguntas de Opción Múltiple:

1. ¿Además de las plantas, cuáles de los siguientes organismos llevan a cabo el proceso de fotosíntesis?

Respuesta: c) Plantas, algas y algunas bacterias

Clasificación: Esta pregunta se enfoca en identificar los organismos que realizan la fotosíntesis, lo que requiere que el estudiante clasifique diferentes tipos de organismos en función de su capacidad para llevar a cabo este proceso. La clasificación es una habilidad cognitiva de nivel superior según los objetivos de Bloom, ya que implica la aplicación y la comprensión de conceptos.

2. ¿Cuál es el producto final de la fotosíntesis?

Respuesta: d) Carbohidratos

Comprensión: La comprensión implica entender el producto final de la fotosíntesis. Esta pregunta requiere que el estudiante no solo recuerde el proceso de la fotosíntesis, sino que

también comprenda el significado y la importancia de los carbohidratos como producto final.

3. ¿En qué parte de la planta se encuentra en mayor cantidad la clorofila, el componente esencial para llevar a cabo la fotosíntesis?

Respuesta: c) En las hojas

Conocimiento: En esta pregunta, se evalúa el conocimiento sobre la ubicación de la clorofila en las plantas. La respuesta correcta es un hecho básico que los estudiantes deben recordar sobre la anatomía de las plantas y su relación con la fotosíntesis.

4. ¿Cuál es el propósito de la fase clara de la fotosíntesis?

Respuesta: c) Generar energía química

Análisis: Se solicita a los estudiantes que analicen el propósito de una fase específica de la fotosíntesis, lo que implica descomponer el proceso en sus componentes fundamentales y comprender cómo contribuye cada uno a la función global del proceso.

5. ¿Dónde se almacena la energía química en forma de ATP y NADPH en la fase clara?

Respuesta: c) En los tilacoides

Aplicación: Esta pregunta requiere que los estudiantes apliquen su conocimiento sobre la ubicación de la energía química en la fase clara de la fotosíntesis para identificar dónde se almacena esa energía en la célula.

6. ¿Qué ingredientes principales son necesarios en la fase oscura de la fotosíntesis?

Respuesta: a) Dióxido de carbono, ATP y NADPH

Comprensión: Aquí, los estudiantes deben demostrar su comprensión de los componentes necesarios para la fase oscura de la fotosíntesis, así como su función en la producción de carbohidratos.

7. ¿Qué molécula se forma durante la fase oscura de la fotosíntesis?

Respuesta: d) Glucosa

Aplicación: Se evalúa la capacidad del estudiante para aplicar su conocimiento sobre la fase oscura de la fotosíntesis para identificar el producto final de esta etapa.

8. ¿Qué parte del cloroplasto está asociada con la fase oscura?

Respuesta: d) Estroma

Conocimiento: Se pregunta sobre la parte específica del cloroplasto asociada con la fase oscura de la fotosíntesis, evaluando así el conocimiento básico sobre la anatomía celular.

9. ¿Cuál es la ecuación química básica que representa el proceso de la fotosíntesis?

Respuesta: c)  $6 \text{ CO}_2 + 6 \text{ H}_2\text{O} + \text{luz solar} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6 \text{ O}_2$

Comprensión: Aquí se evalúa la comprensión de la ecuación química básica de la fotosíntesis, que es fundamental para entender el proceso en su conjunto.

10. ¿Qué papel desempeña la fotosíntesis en la regulación del clima?

Respuesta: b) Produce oxígeno y absorbe  $\text{CO}_2$

Evaluación: Esta pregunta implica evaluar el conocimiento del estudiante sobre el papel de la fotosíntesis en la regulación del clima y su capacidad para hacer conexiones entre la biología vegetal y los procesos climáticos globales.

Cada pregunta se clasifica según los objetivos de Bloom, abarcando desde el conocimiento básico hasta la evaluación y aplicación de los conceptos relacionados con la fotosíntesis. Estas interrogantes y sus respuestas respectivas permiten una evaluación exhaustiva de la comprensión y aplicación de los principios de la fotosíntesis en el contexto de la biología vegetal y la ciencia ambiental.

### **3.5. Procedimiento de recolección de datos:**

La recolección de datos se llevó a cabo utilizando métodos cuantitativos. Para identificar las ideas alternativas más comunes de los estudiantes sobre fotosíntesis, se aplicó un test diagnóstico antes de impartir las clases y actividades de laboratorio sobre el tema. Este test se diseñó específicamente para evaluar el nivel de comprensión de los estudiantes y para identificar posibles conceptos erróneos.

Además, se recolectaron muestras de *Lemna perpusilla* en colaboración en el lago Las Tagüitas, ubicado en Camino a Coihueco 2, 3810113 Diguillín, Chillán, Ñuble. Este lago fue seleccionado por su accesibilidad y la presencia confirmada de vegetación acuática, incluida la *Lemna perpusilla*. Durante la recolección, se siguieron protocolos rigurosos para garantizar la integridad de las muestras y el respeto al entorno natural. Las muestras recolectadas fueron recolectadas en frascos, etiquetadas y transportadas al laboratorio de la institución educativa Colegio San Fernando, para su posterior utilización en los experimentos planificados.

#### **a) Clase teórica y aplicación del pre test:**

La primera etapa del estudio consistió en la impartición de una clase teórica sobre el proceso de fotosíntesis, seguida por la aplicación del pre-test para evaluar la comprensión inicial de los estudiantes sobre el tema.

#### **Aplicación del pre-test:**

Inmediatamente después de la clase teórica, se administró el pre-test a los estudiantes. Este cuestionario estaba diseñado para evaluar la comprensión inicial de los estudiantes sobre la fotosíntesis y constaba de una serie de preguntas que abarcaban los conceptos y procesos clave relacionados con el tema. Los estudiantes respondieron individualmente al cuestionario, sin acceso a recursos adicionales o ayuda externa.

La aplicación del pre-test permitió obtener una medida objetiva y cuantitativa de la comprensión inicial de los estudiantes sobre la fotosíntesis antes de recibir cualquier instrucción específica. Esto proporcionó una línea de base importante para comparar con los resultados del post-test posterior a la intervención educativa, lo que facilitó la evaluación del impacto de la estrategia didáctica implementada en la comprensión de los estudiantes. Clase teórica:

La clase teórica tuvo una duración de 45 minutos y se llevó a cabo en un aula del colegio San Fernando de Chillán. Durante esta sesión, se abordaron los conceptos fundamentales relacionados con la fotosíntesis, incluyendo la definición del proceso, los componentes involucrados y los factores que afectan su eficiencia. Se utilizó una variedad de recursos educativos, como presentaciones visuales, diagramas y ejemplos prácticos, para facilitar la comprensión de los estudiantes.

La metodología pedagógica se centró en fomentar la participación activa de los estudiantes mediante preguntas abiertas, discusiones en grupo y ejercicios prácticos. Además, se utilizó una analogía creativa que comparaba la fotosíntesis con el proceso de cocina, lo que ayudó a los estudiantes a visualizar y comprender mejor los pasos involucrados en la producción de nutrientes por parte de las plantas.

#### b) Intervención mediante prácticas de laboratorio y aplicación del post test:

Se desarrollarán dos prácticas de laboratorio, una centrada en la fase clara y otra en la fase oscura de la fotosíntesis. Durante estas prácticas, se promoverá la participación activa de los estudiantes, quienes realizarán observaciones, mediciones y análisis de los fenómenos y procesos relacionados con cada fase. Además, se fomentará la discusión en grupo para que los estudiantes compartan sus ideas y reflexionen sobre sus observaciones. Al finalizar las prácticas, se aplicará el post test para evaluar los cambios en la comprensión de los participantes y la corrección de sus creencias erróneas.

Los resultados obtenidos en el pre y post test se someterán a un análisis comparativo. Este análisis permitirá evaluar el impacto de la intervención en la corrección de las concepciones erróneas identificadas previamente. Se buscará evidenciar cualquier cambio significativo en la comprensión de los estudiantes, brindando información crucial sobre la eficacia de la estrategia pedagógica implementada. La comparación de los resultados será un componente clave para respaldar los hallazgos y conclusiones de la presente investigación.

## 4. RESULTADOS

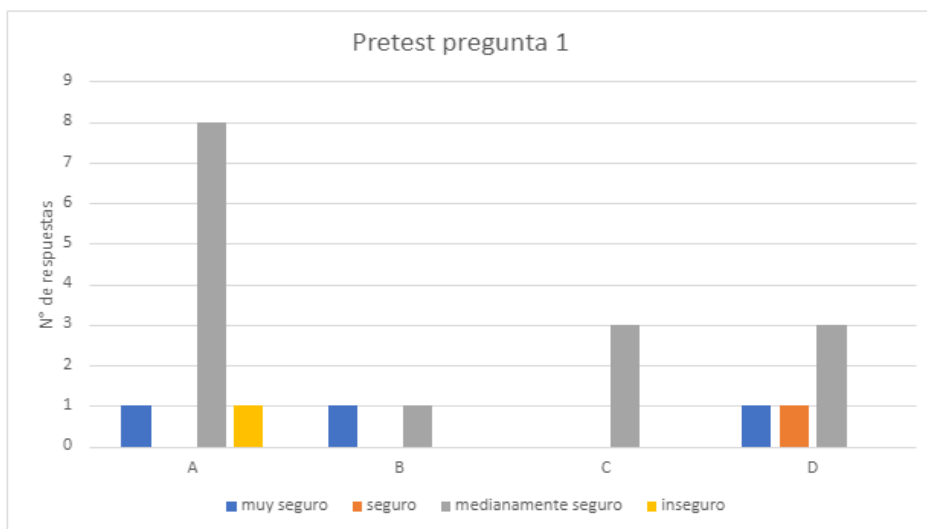
En esta sección, se presentan los resultados obtenidos del análisis de los datos recopilados durante el estudio. El análisis se centró en identificar las ideas de los estudiantes sobre el proceso de fotosíntesis y trabajarlas durante la intervención; así como evaluar la efectividad de la estrategia didáctica implementada para aclarar dichas concepciones.

**Pregunta 1:** ¿Además de las plantas, cuáles de los siguientes organismos llevan a cabo el proceso de fotosíntesis?

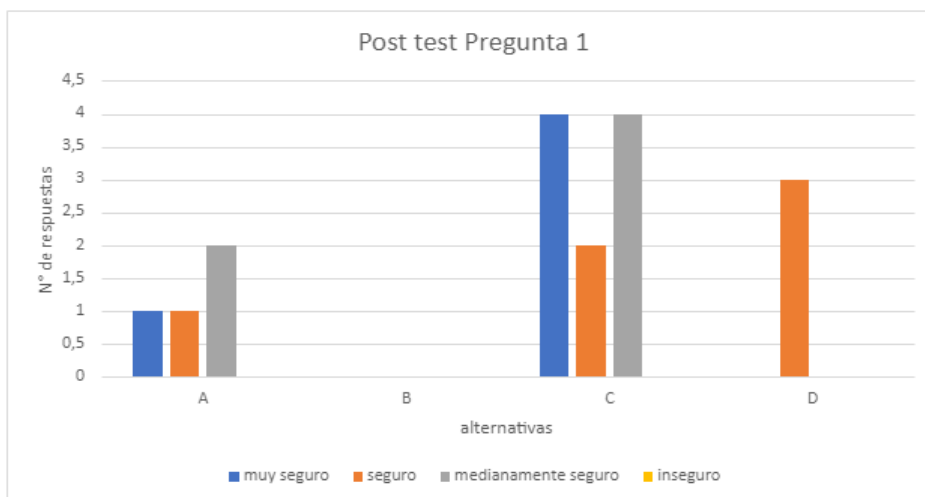
**Tabla n°1: Alternativas pregunta 1**

| Alternativas | a) Algas | b) Animales y cianobacterias | c) Algas y cianobacterias | d) Algas, cianobacterias y hongos |
|--------------|----------|------------------------------|---------------------------|-----------------------------------|
|--------------|----------|------------------------------|---------------------------|-----------------------------------|

**Gráfico 1: Pre test pregunta 1**



**Gráfico 2: Post test pregunta 1**



**Descripción:**

En el gráfico N°1 se observó que una gran cantidad de los participantes creían erróneamente que solo las algas (plantas acuáticas) pueden llevar a cabo el proceso de fotosíntesis. Solo un estudiante manifestó estar seguro de esta afirmación. Sin embargo, el nivel de seguridad fue medianamente alto para 8 estudiantes, lo que representa un porcentaje gran de los participantes. La alternativa correcta, que es la c) algas y cianobacterias, fue seleccionada como la respuesta segura por solo 3 estudiantes.

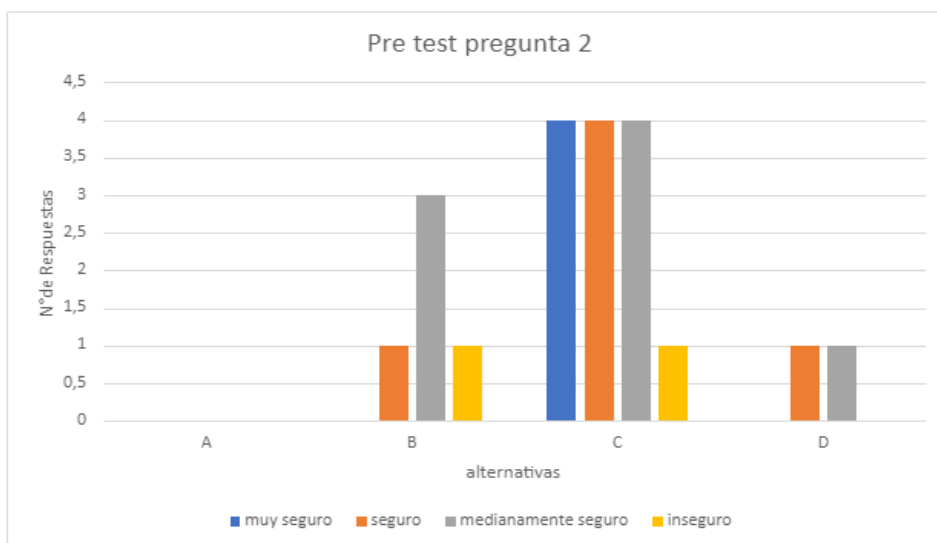
En el gráfico N°2, se observó un cambio significativo en la preferencia por la respuesta correcta en comparación con el pre-test. Un total de 10 estudiantes seleccionaron la respuesta correcta, lo que indica una mejora en la comprensión de qué organismos pueden llevar a cabo la fotosíntesis. De estos 10 estudiantes, 4 manifestaron estar muy seguros de su elección, 2 estaban seguros y 4 estaban medianamente seguros.

**Pregunta 2:** ¿Cuál es el producto final de la fotosíntesis?

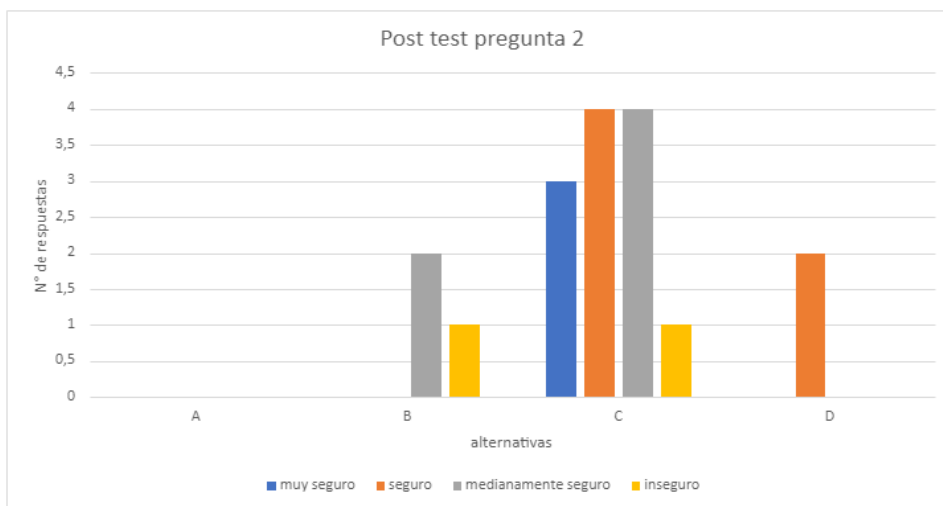
**Tabla n°2:** Alternativas pregunta 2

| Alternativas | a) Agua | b) Dióxido de carbono | c) Oxígeno | d) Carbohidratos |
|--------------|---------|-----------------------|------------|------------------|
|--------------|---------|-----------------------|------------|------------------|

**Gráfico 3:** Pre test pregunta 2



**Gráfico 4:** Post test pregunta 2



**Descripción:**

En el pre-test, se observó que la mayoría de los estudiantes (13) identificaron incorrectamente el oxígeno como el producto final de la fotosíntesis, en lugar de un subproducto. Solo 2 participantes seleccionaron la respuesta correcta (carbohidratos), de los cuales uno manifestó estar seguro y otro medianamente seguro.

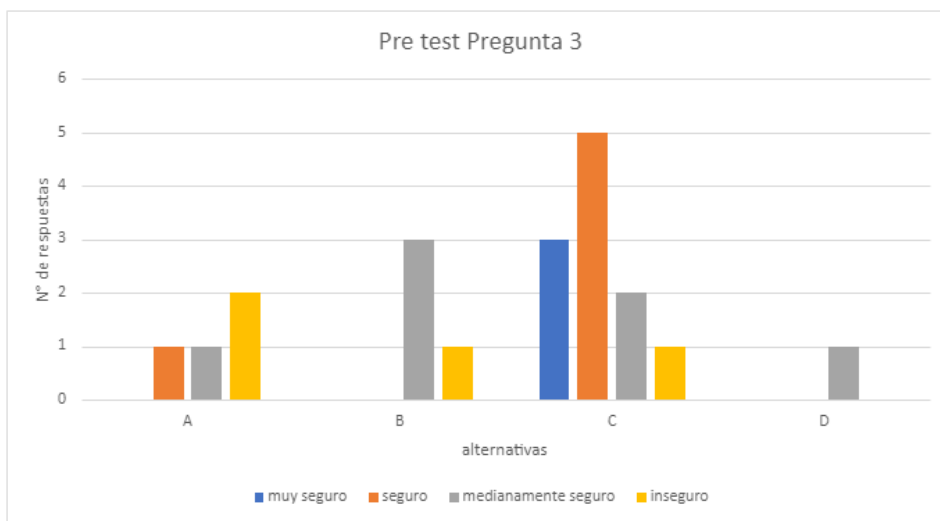
En el post-test, a pesar de que dos estudiantes mostraron una mejora en la seguridad de sus respuestas con respecto a la respuesta correcta (carbohidratos), la alternativa incorrecta que identifica al oxígeno como producto final (opción c) experimentó un aumento considerable en las respuestas. Un total de 11 estudiantes seleccionaron esta opción, de los cuales 3 manifestaron estar seguros, 4 seguros, 4 medianamente seguros y 1 inseguro.

**Pregunta 3:** ¿En qué parte de la planta se encuentra en mayor cantidad la clorofila, el componente esencial para llevar a cabo la fotosíntesis?

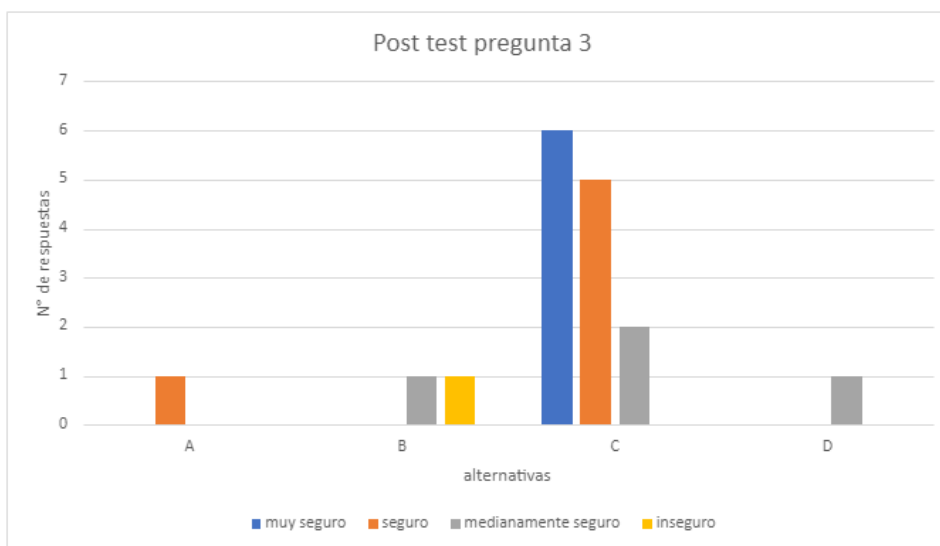
**Tabla n°3: Alternativas pregunta 3**

| Alternativas | a) En las raíces | b) En los tallos | c) En las hojas | d) En las flores |
|--------------|------------------|------------------|-----------------|------------------|
|--------------|------------------|------------------|-----------------|------------------|

**Gráfico 5: Pre test pregunta 3**



**Gráfico 6: Pos test pregunta 3**



**Descripción:**

En el pre-test, se observó que la mayoría de los estudiantes (11) seleccionaron correctamente la respuesta c) en las hojas como la parte de la planta donde se encuentra en mayor cantidad la clorofila, el componente esencial para llevar a cabo la fotosíntesis. De estos estudiantes, 3 manifestaron estar muy seguros, 5 seguros, 2 medianamente seguros y 1 inseguro de su respuesta. Sin embargo, se observó que algunos estudiantes tenían concepciones erróneas sobre la ubicación de la clorofila, con 4 estudiantes seleccionando las raíces, 4 los tallos y 1 las flores como la ubicación principal de la clorofila.

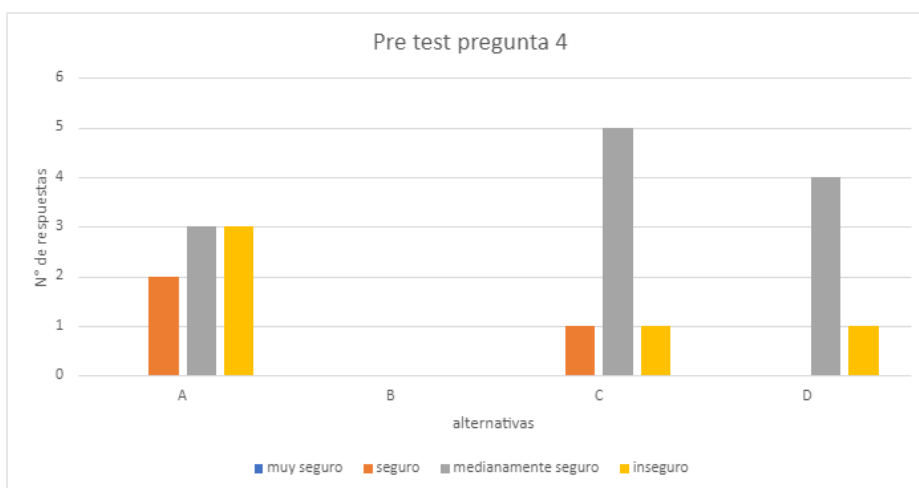
En el post-test, se observó una mejora significativa en la comprensión de los estudiantes. Solo uno de los estudiantes seleccionó incorrectamente las raíces como la ubicación principal de la clorofila, mientras que 13 estudiantes marcaron correctamente la respuesta c) en las hojas. De estos, 6 estaban muy seguros, 5 seguros y 2 medianamente seguros, sin observarse estudiantes inseguros en esta respuesta.

**Pregunta 4:** ¿Cuál es el propósito de la fase clara de la fotosíntesis?

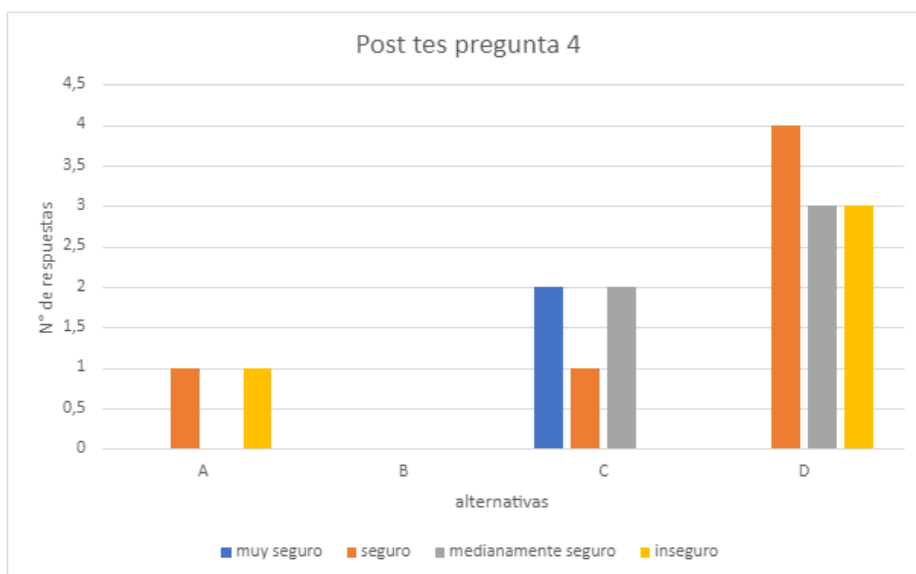
**Tabla n°4:** Alternativas pregunta 4

| Alternativas | a) Liberar dióxido de carbono | b) Producir agua | c) Generar energía química | d) Convertir oxígeno en ATP |
|--------------|-------------------------------|------------------|----------------------------|-----------------------------|
|--------------|-------------------------------|------------------|----------------------------|-----------------------------|

**Gráfico 7: Pre test pregunta 4**



**Gráfico 8: Post test pregunta 4**



**Descripción:**

En el pre-test, se observó que los estudiantes tenían una variedad de concepciones sobre el propósito de la fase clara de la fotosíntesis. La mayoría de los estudiantes (8) seleccionaron incorrectamente la respuesta a) liberar dióxido de carbono como el propósito de esta fase. Sin embargo, también hubo estudiantes que seleccionaron las respuestas c) generar energía química (7 estudiantes) y d) convertir oxígeno en ATP (5 estudiantes). Estos resultados mostraron un nivel variable de seguridad en las respuestas, con algunos estudiantes manifestando mayor seguridad que otros.

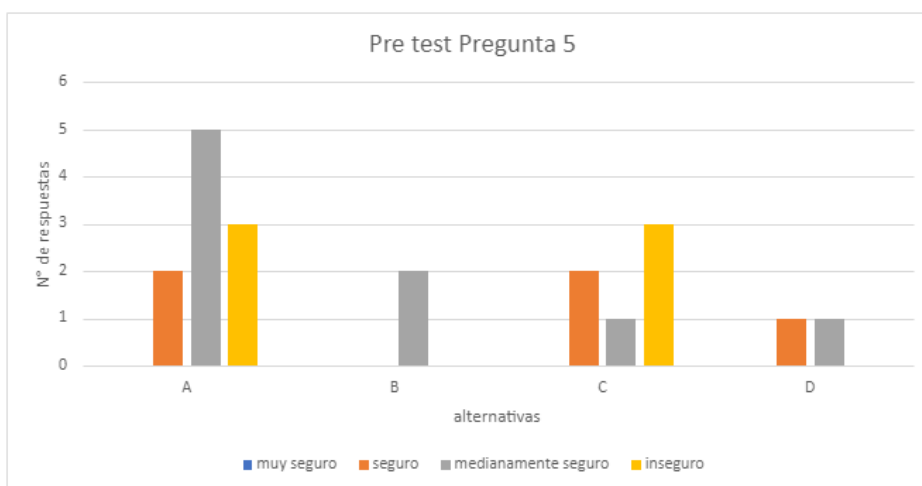
En el post-test, se observó un cambio en la preferencia de respuesta de los estudiantes. Hubo un aumento considerable en la preferencia por la alternativa d) convertir oxígeno en ATP, con 4 estudiantes seleccionándola como la respuesta correcta. Además, aunque la alternativa c) generar energía química también fue seleccionada por algunos estudiantes (5 en total), hubo una mejora en la seguridad de la respuesta, con 2 estudiantes muy seguros, 1 seguro y 2 medianamente seguros.

**Pregunta 5:** ¿Dónde se almacena la energía química en forma de ATP y NADPH en la fase clara?

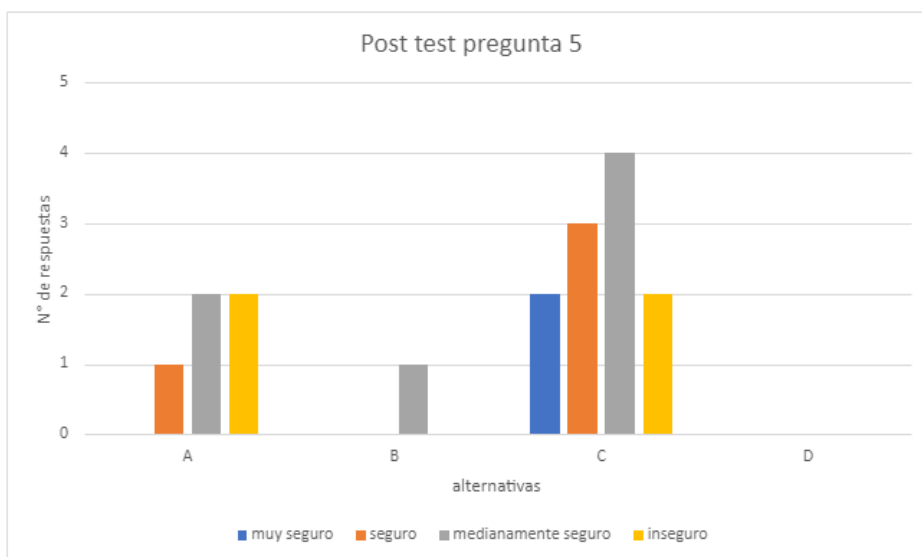
**Tabla n°5:** Alternativas pregunta 5

| Alternativas | a) En los estomas | b) En los ribosomas | c) En los tilacoides | d) En los lisosomas |
|--------------|-------------------|---------------------|----------------------|---------------------|
|--------------|-------------------|---------------------|----------------------|---------------------|

**Gráfico 9:** Pre test pregunta 5



**Gráfico 10:** Post test pregunta 5



**Descripción:**

En el pre-test, se observó que la mayoría de los estudiantes seleccionaron incorrectamente la respuesta a) en los estomas como el lugar donde se almacena la energía química en forma de ATP y NADPH en la fase clara de la fotosíntesis. Esta respuesta fue elegida por 10 alumnos, con una variedad de niveles de seguridad en sus respuestas. Por otro lado, la respuesta correcta c) en los tilacoides fue seleccionada por 6 alumnos, con una distribución similar en los niveles de seguridad de las respuestas.

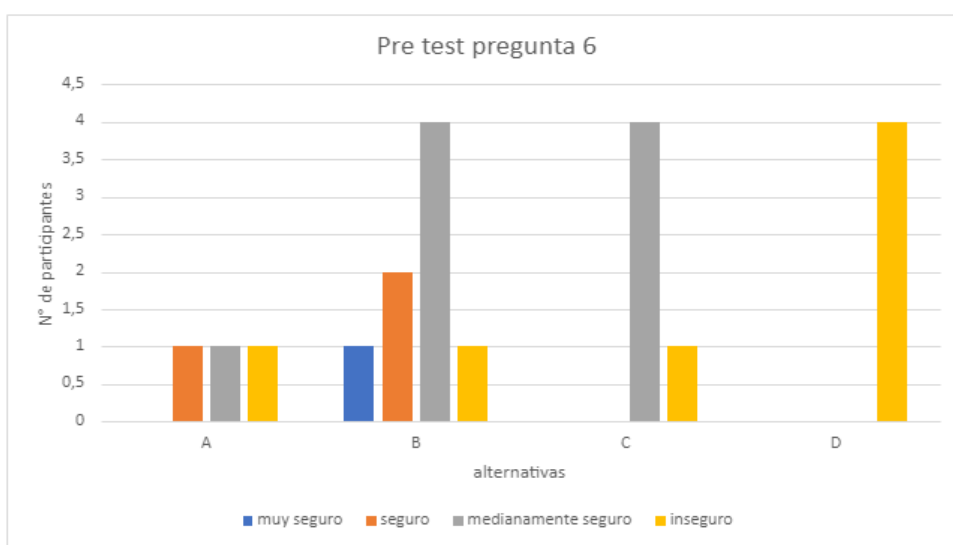
En el post-test, hubo un cambio significativo en la preferencia de respuesta de los estudiantes. La mayoría de los estudiantes (11 de 17) seleccionaron correctamente la respuesta c) en los tilacoides, con un aumento en el nivel de seguridad de las respuestas en comparación con el pre-test. Solo 5 estudiantes seleccionaron la respuesta incorrecta a) en los estomas.

**Pregunta 6:** ¿Qué ingredientes principales son necesarios en la fase oscura de la fotosíntesis?

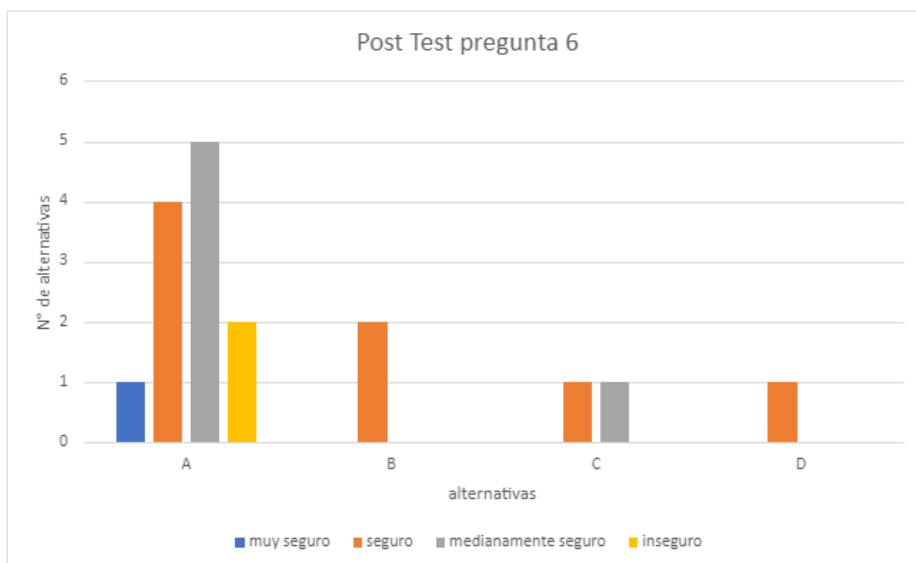
**Tabla n°6:** Alternativas pregunta 6

| Alternativas | a) Dióxido de carbono, ATP y NADPH | b) Luz solar, agua y clorofila | c) Carbohidratos y oxígeno | d) Ácido nucleico y glucosa |
|--------------|------------------------------------|--------------------------------|----------------------------|-----------------------------|
|--------------|------------------------------------|--------------------------------|----------------------------|-----------------------------|

**Gráfico 11:** Pre test pregunta 6



**Gráfico 12:** Post test pregunta 6



**Descripción:**

La respuesta incorrecta más común fue la b) luz solar, agua y clorofila, seleccionada por 8 estudiantes. La mayoría de estos estudiantes mostraron un nivel medio de seguridad en sus respuestas. La respuesta c) carbohidratos y oxígeno fue elegida por 5 alumnos, la mayoría de los cuales se mostraron medianamente seguros.

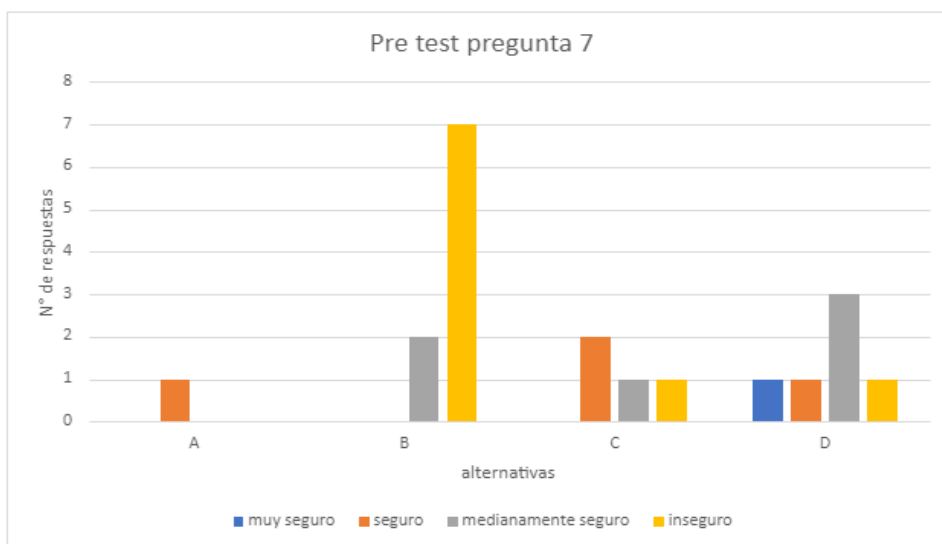
En el post-test, hubo una mejora significativa en la preferencia por la respuesta correcta a) dióxido de carbono, ATP y NADPH. Esta respuesta fue elegida por 12 de los 17 estudiantes, con un aumento en el nivel de seguridad de las respuestas en comparación con el pre-test. Solo 2 estudiantes seleccionaron incorrectamente la respuesta b) en el post-test.

**Pregunta 7:** ¿Qué molécula se forma durante la fase oscura de la fotosíntesis?

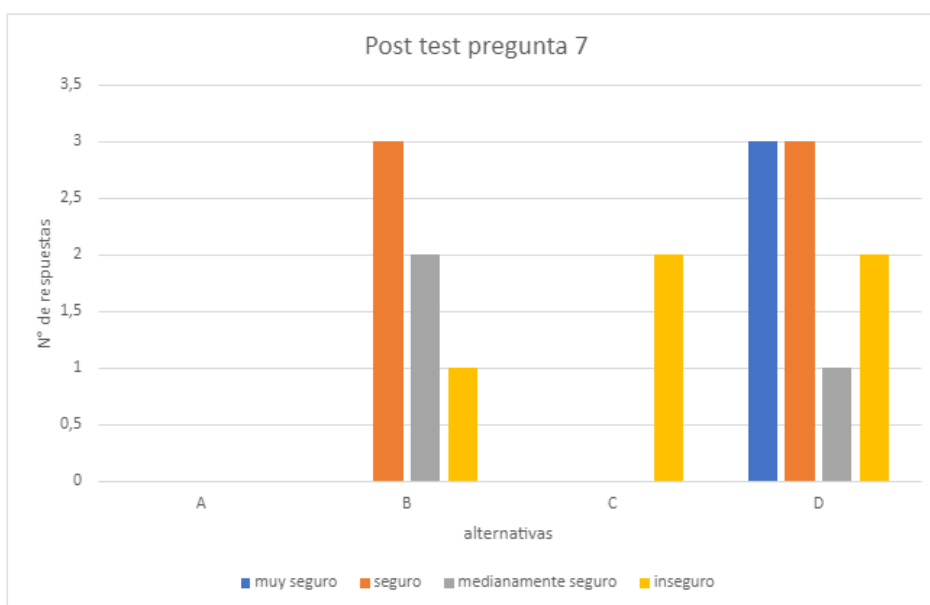
**Tabla nº7:** Alternativas pregunta 7

| Alternativas | a) Agua | b) ATP | c) Dióxido de carbono | d) Glucosa |
|--------------|---------|--------|-----------------------|------------|
|--------------|---------|--------|-----------------------|------------|

**Gráfico 13:** Pre test pregunta 7



**Gráfico 14:** Post test pregunta 7



**Descripción:**

Por otro lado, la respuesta incorrecta más común fue la b) ATP, seleccionada por 9 alumnos. La mayoría de estos estudiantes mostraron un bajo nivel de seguridad en sus respuestas, lo que indica una posible confusión o falta de comprensión sobre los productos de la fase oscura de la fotosíntesis.

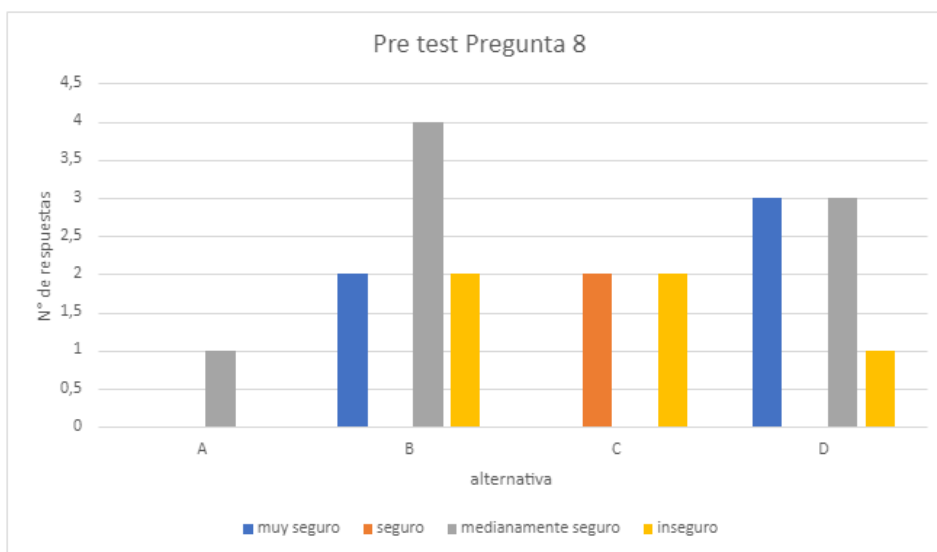
En el post-test, se observó un cambio significativo y un aumento en la seguridad de las respuestas. Nueve de los 17 estudiantes prefirieron la respuesta correcta d) glucosa, con una distribución más equilibrada en los niveles de seguridad de las respuestas. Por otro lado, aunque hubo una disminución en la cantidad de estudiantes que seleccionaron la respuesta b) ATP, aún seis estudiantes la eligieron, indicando cierta persistencia en la confusión o malentendido sobre este concepto.

**Pregunta 8: ¿Qué parte del cloroplasto está asociada con la fase oscura?**

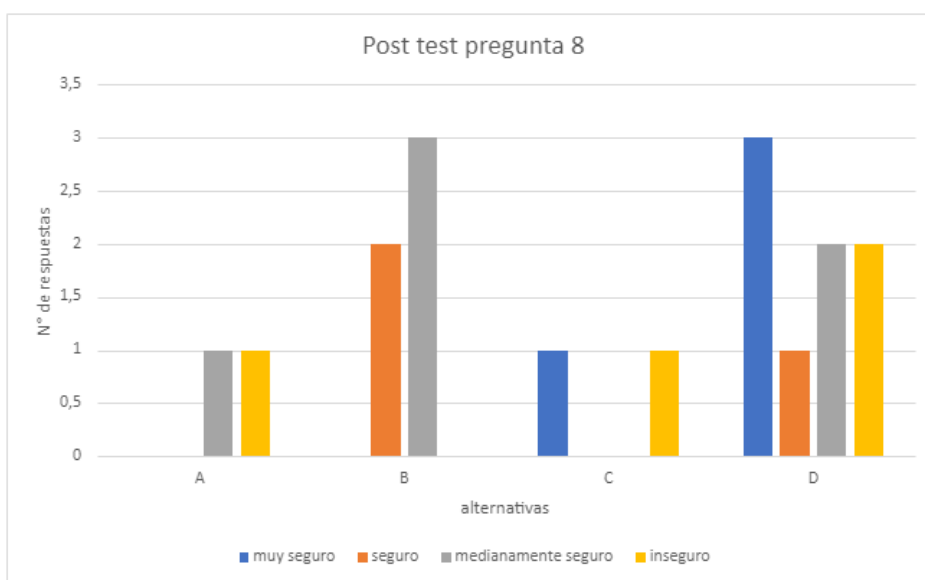
**Tabla n°8: Alternativas pregunta 8**

| Alternativas | a) Granas | b) Tilacoides | c) Membrana tilacoidal | d) Estroma |
|--------------|-----------|---------------|------------------------|------------|
|--------------|-----------|---------------|------------------------|------------|

**Gráfico 15: Pre test pregunta 8**



**Gráfico 16: Post test pregunta 8**



**Descripción:**

En el pre-test, se observó que 7 de los 20 estudiantes seleccionaron correctamente la respuesta d) estroma como la parte del cloroplasto asociada con la fase oscura de la fotosíntesis. Dentro de este grupo, hubo una distribución variada en los niveles de seguridad de las respuestas, con algunos estudiantes mostrando mayor confianza en su elección que otros.

Por otro lado, la respuesta incorrecta más común fue la b) tilacoides, seleccionada por 8 estudiantes. Aunque algunos de estos estudiantes mostraron un nivel moderado de seguridad en sus respuestas, la mayoría parecía menos segura en su elección.

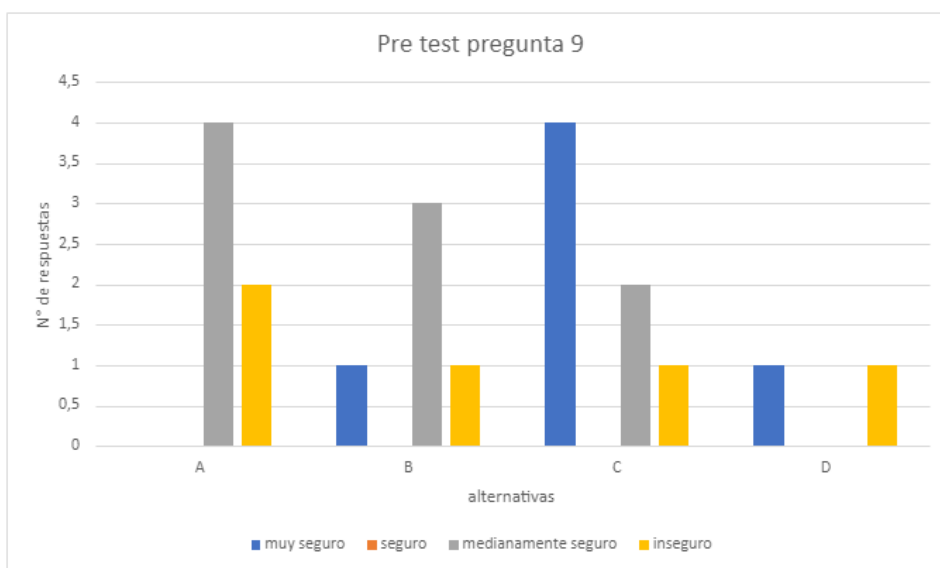
En el post-test, se observó una mejora en la comprensión de los estudiantes sobre la asociación entre la fase oscura de la fotosíntesis y el cloroplasto. Ocho de los 17 participantes seleccionaron la respuesta correcta d) estroma, lo que indica un aumento en la preferencia por la respuesta correcta. Además, se observó una mejora en la seguridad de las respuestas, con un mayor número de estudiantes mostrando un nivel más alto de confianza en sus elecciones.

**Pregunta 9:** ¿Cuál es la ecuación química básica que representa el proceso de la fotosíntesis?

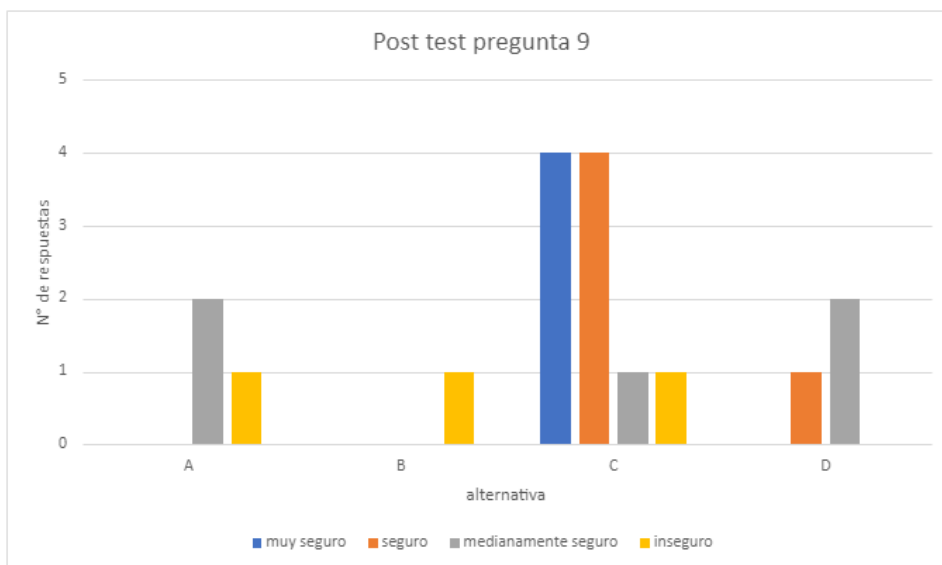
**Tabla n°9:** Alternativas pregunta 9

|                     |                                                                               |                                                                        |                                                                                                                           |                                                                                                        |
|---------------------|-------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Alternativas</b> | a) $\text{CO}_2 + \text{O}_2 \rightarrow \text{Glucosa} + \text{H}_2\text{O}$ | b) Glucosa + $\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CO}_2 + \text{O}_2$ | c) $6 \text{CO}_2 + 6 \text{H}_2\text{O} + \text{luz solar} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6 \text{O}_2$ | d) $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6 \text{O}_2 \rightarrow 6 \text{CO}_2 + 6 \text{H}_2\text{O}$ |
|---------------------|-------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|

**Gráfico 17: Pre test pregunta 9**



**Gráfico 18: Post test pregunta 9**



### descripción:

En el pre-test, se observó que los estudiantes mostraron niveles de seguridad similares en todas las respuestas posibles. La respuesta más preferida fue la opción c)  $6 \text{ CO}_2 + 6 \text{ H}_2\text{O} + \text{luz solar} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6 \text{ O}_2$ , seleccionada por 7 de los 20 estudiantes. Dentro de este grupo, la mayoría mostró un nivel moderado o alto de seguridad en su elección.

La siguiente respuesta más elegida fue la opción a)  $\text{CO}_2 + \text{O}_2 \rightarrow \text{Glucosa} + \text{H}_2\text{O}$ , seleccionada por 6 alumnos. La mayoría de estos estudiantes mostraron un nivel moderado de seguridad en su elección, aunque hubo algunos que expresaron inseguridad. Por último, la opción b)  $\text{Glucosa} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CO}_2 + \text{O}_2$  fue seleccionada por 4 estudiantes, la mayoría de los cuales mostraron un nivel moderado de seguridad en su elección.

En el post-test, se observó un cambio significativo en las respuestas de los estudiantes. Diez de los 17 participantes seleccionaron la respuesta correcta c), lo que indica una mejora en la comprensión de la ecuación química básica que representa el proceso de la fotosíntesis.

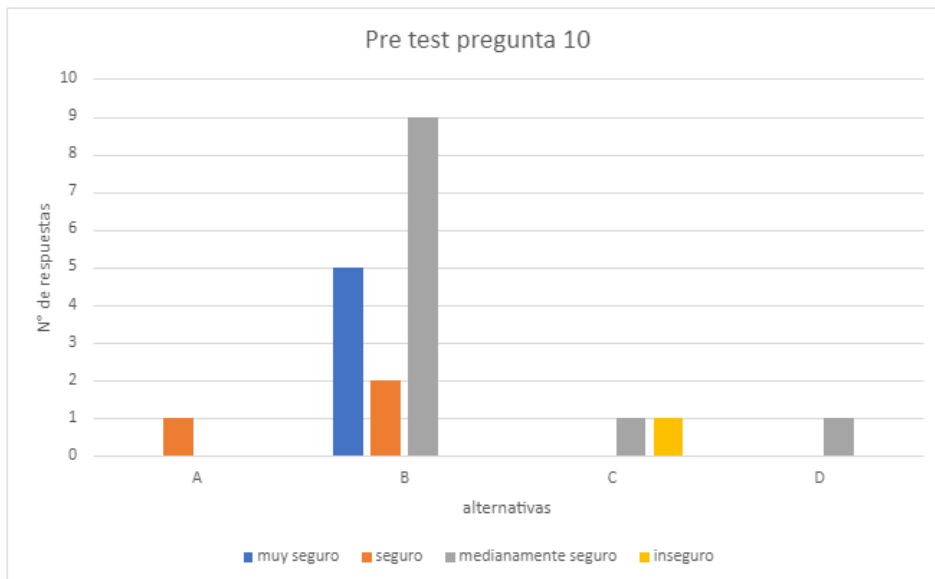
Además, se observó una mejora en la seguridad de las respuestas, con más estudiantes mostrando un nivel más alto de confianza en su elección después de la intervención o experiencia de aprendizaje.

**Pregunta 10: ¿Qué papel desempeña la fotosíntesis en la regulación del clima?**

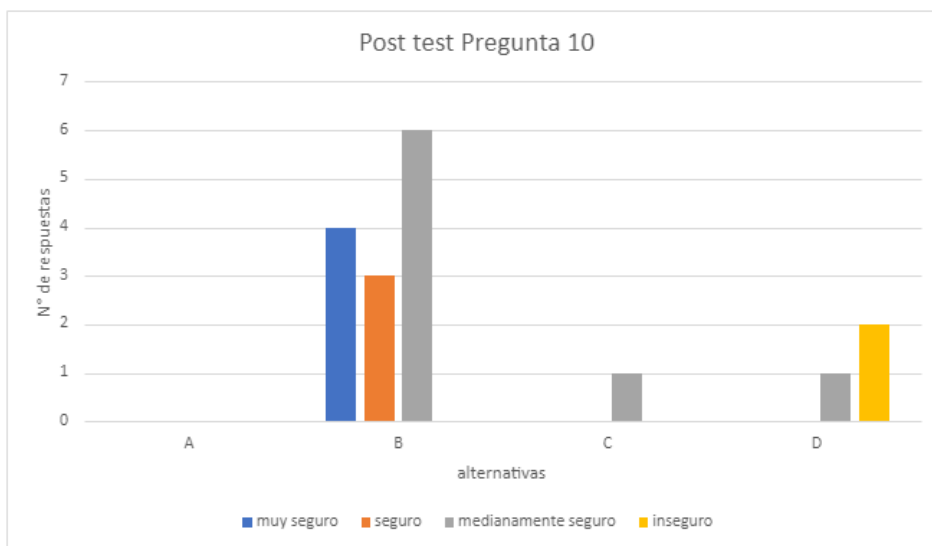
**Tabla n°10: Alternativas pregunta 10**

| <b>Alternativas</b> | a) Aumenta el efecto invernadero | b) Produce oxígeno y absorbe CO2 | c) Causa calentamiento global | d) No tiene ningún impacto en el clima |
|---------------------|----------------------------------|----------------------------------|-------------------------------|----------------------------------------|
|---------------------|----------------------------------|----------------------------------|-------------------------------|----------------------------------------|

**Gráfico 19: Pre test pregunta 10**



**Gráfico 20: Post test pregunta 10**



### Descripción:

En el pre-test, se observó que la mayoría de los estudiantes seleccionaron la respuesta correcta b) Produce oxígeno y absorbe CO<sub>2</sub>. Esta opción fue elegida por 16 de los 20 participantes. La mayoría de los estudiantes mostraron un nivel moderado de seguridad en su elección, con 5 estudiantes muy seguros, 2 seguros y 9 medianamente seguros.

En el post-test, se mantuvo la preferencia por la respuesta correcta b), con 13 de los 17 estudiantes seleccionándola. Hubo una ligera disminución en la cantidad de estudiantes medianamente seguros, con 6 estudiantes, mientras que se observó un aumento en la cantidad de estudiantes seguros, con 3 participantes mostrando un nivel más alto de confianza en su elección.

## **5. DISCUSIÓN**

### **5.1. Interpretación de los resultados**

Sobre los resultados obtenidos de las respuestas a las 10 preguntas planteadas en el pre y post test revela importantes hallazgos que demuestran el manejo de conceptos que poseen los alumnos de primer año de enseñanza media, lo que muestra la comprensión de ellos acerca de la fotosíntesis y sus conceptos asociados. A partir de los datos recopilados, se pueden extraer varias conclusiones significativas que proporcionan una visión más clara sobre cómo los estudiantes perciben y comprenden este proceso vital para la vida en la Tierra.

En primer lugar, se observa una tendencia común entre las respuestas de los estudiantes que indica una percepción errónea sobre el propósito de la fotosíntesis. Esto se refleja claramente en las respuestas a las preguntas 2, 3, 4 y 10, (Gráficos: N°1, N°2, N°3, N°4, N°19 y N°20) donde una cantidad significativa de estudiantes considera que el objetivo principal de la fotosíntesis es liberar oxígeno en lugar de producir su propio alimento en forma de glucosa. Esta concepción errónea puede atribuirse a una falta de comprensión profunda sobre los procesos biológicos que tienen lugar en las plantas, lo que sugiere la necesidad de una mayor clarificación y educación en este tema.

El segundo punto destacado es la dificultad que enfrentan los estudiantes para identificar claramente las partes de una planta y sus funciones asociadas. Esta dificultad se evidencia en las respuestas a las preguntas 1 y 3, donde algunos estudiantes muestran confusión al señalar la ubicación de la clorofila y al atribuir funciones incorrectas a ciertas partes de la planta. Esta falta de comprensión puede ser un obstáculo importante para desarrollar una comprensión precisa de la fotosíntesis, ya que la comprensión de la estructura y función de las plantas es fundamental para entender cómo se lleva a cabo este proceso.

Al analizar el impacto de la intervención educativa en la comprensión de los estudiantes, es evidente que hubo una mejora significativa en la precisión y seguridad de las respuestas en el post test en comparación con el pre test. Este aumento en la precisión puede atribuirse a

la exposición de los estudiantes a la información teórica proporcionada en clase, así como a la experiencia práctica de observar el proceso de fotosíntesis en la planta *Lemna perpusilla*. La clase teórica brindó a los estudiantes una base sólida de conocimientos sobre los conceptos relacionados con la fotosíntesis, mientras que la observación de la planta en la clase experimental les permitió visualizar de manera tangible cómo ocurre este proceso en la naturaleza.

La observación de la planta *Lemna perpusilla* en la clase experimental podría haber contribuido a reforzar la creencia errónea de que el propósito principal de la fotosíntesis es liberar oxígeno. Dado que la actividad se centró en la medición de la cantidad de burbujas de oxígeno liberadas por la planta en diferentes condiciones, es posible que los estudiantes hayan interpretado incorrectamente este fenómeno como el objetivo principal de la fotosíntesis. Esto resalta la importancia de diseñar actividades prácticas que no solo demuestren los conceptos científicos de manera precisa, sino que también ayuden a corregir conceptos erróneos comunes.

Sin embargo, es importante tener en cuenta que, a pesar de esta mejora, aún persisten algunas concepciones erróneas entre los estudiantes, especialmente en lo que respecta al propósito de la fotosíntesis. Esto sugiere que se requiere un enfoque educativo más integral y continuo para abordar estas ideas preconcebidas y promover una comprensión más precisa y completa de este proceso.

## **5.2. Limitaciones y sugerencias para futuras investigaciones**

A pesar de los avances significativos alcanzados en esta investigación, es crucial reconocer las limitaciones inherentes al estudio y proponer sugerencias para futuras investigaciones que puedan abordar estas limitaciones y ampliar nuestro entendimiento sobre el tema de estudio. En esta sección, discutiremos algunas de las limitaciones identificadas durante el proceso de investigación y ofreceremos recomendaciones para investigaciones futuras.

Limitaciones:

1. **Tamaño de la Muestra:** Una de las limitaciones principales de este estudio radica en el tamaño de la muestra. Aunque se procuró seleccionar una muestra representativa, el número de participantes podría haber sido mayor para obtener resultados más generalizables y robustos.
2. **Contexto Específico:** La investigación se llevó a cabo en un contexto educativo específico, lo que limita la generalización de los hallazgos a otros contextos. Futuras investigaciones podrían considerar la realización de estudios en diferentes entornos educativos para evaluar la variabilidad en la comprensión de la fotosíntesis entre diferentes poblaciones estudiantiles.
3. **Instrumentos de Medición:** Si bien se utilizaron instrumentos de medición validados, como cuestionarios pre y post test, es importante reconocer que estos instrumentos pueden no capturar completamente la complejidad de los conceptos estudiados. El diseño de instrumentos más específicos y detallados podría proporcionar una evaluación más precisa de la comprensión de los estudiantes sobre la fotosíntesis.

4. Duración del Estudio: El estudio se llevó a cabo en un período de tiempo limitado, lo que puede haber restringido la capacidad de observar cambios a largo plazo en la comprensión de los estudiantes. Investigaciones futuras podrían considerar la implementación de estudios longitudinales para examinar la evolución de la comprensión de los estudiantes a lo largo del tiempo.

#### Sugerencias para Futuras Investigaciones:

1. Ampliación de la Muestra: Se recomienda que futuras investigaciones incluyan una muestra más amplia y diversa de participantes para mejorar la representatividad de los resultados. Esto podría implicar la colaboración con múltiples instituciones educativas o la realización de estudios a nivel nacional o internacional.

2. Estudios Comparativos: Sería beneficioso realizar estudios comparativos entre diferentes grupos de estudiantes, como estudiantes de diferentes niveles educativos o con diferentes antecedentes académicos. Esto permitiría identificar posibles diferencias en la comprensión de la fotosíntesis entre estos grupos y destacar áreas de enfoque específicas para la educación científica.

3. Diseño de Intervenciones Educativas: Se sugiere diseñar intervenciones educativas específicas destinadas a abordar y corregir las concepciones erróneas comunes sobre la fotosíntesis. Estas intervenciones podrían incluir enfoques pedagógicos innovadores, como el uso de tecnología educativa o actividades prácticas, para mejorar la comprensión de los estudiantes sobre este tema.

4. Estudios Longitudinales: Se recomienda la realización de estudios longitudinales para investigar la evolución de la comprensión de los estudiantes sobre la fotosíntesis a lo largo del tiempo. Esto proporcionaría una visión más completa y detallada de cómo se desarrolla y cambia la comprensión de los estudiantes a medida que avanzan en su educación.

## 6. CONCLUSIONES

En el marco de esta investigación, se han abordado de manera integral los objetivos planteados con el propósito de generar estrategias didácticas efectivas para mejorar la comprensión de los estudiantes de primer año medio sobre el proceso de la fotosíntesis y sus implicaciones en el metabolismo vegetal y en el ambiente.

A través del análisis de las ideas alternativas más comunes entre los estudiantes, se identificaron concepciones erróneas arraigadas en su entendimiento del proceso de la fotosíntesis. Estas concepciones, como la creencia de que el propósito principal de las plantas es liberar oxígeno en lugar de producir su propio alimento en forma de glucosa, fueron claramente evidenciadas en los resultados obtenidos tanto en los pre-tests como en los post-tests, tanto como la persistencia de esta concepción en los estudiantes de primer año medio.

La implementación de una estrategia didáctica específicamente diseñada para abordar estas ideas alternativas demostró ser fundamental en el proceso de reenunciación de los conceptos erróneos y en la promoción de una comprensión más precisa y profunda del proceso de la fotosíntesis. La estrategia didáctica desarrollada se centró en la presentación de información precisa, actividades prácticas y el fomento del pensamiento crítico, lo que permitió a los estudiantes cuestionar y reconstruir sus conocimientos preexistentes de manera significativa.

La evaluación de la efectividad de la estrategia didáctica reveló resultados alentadores, mostrando una mejora significativa en la comprensión de los estudiantes sobre el proceso de la fotosíntesis y sus implicaciones en el metabolismo vegetal y en el ambiente. Los datos recopilados en los post-tests reflejaron un aumento en la seguridad y precisión de las respuestas de los estudiantes, así como una disminución en la prevalencia de ideas alternativas incorrectas.

Finalmente, se destaca la contribución de esta investigación al campo de la educación científica al ofrecer un enfoque metodológico sólido para abordar y corregir las concepciones erróneas de los estudiantes sobre la fotosíntesis. Las estrategias didácticas

desarrolladas tienen el potencial de ser aplicadas en contextos educativos más amplios, contribuyendo así a una mejor comprensión y apreciación de la importancia de este proceso vital en el funcionamiento de los ecosistemas terrestres y en la sostenibilidad ambiental.

## 7. REFERENCIAS

- Piaget, J. (1972). Educación e instrucción. Barcelona: Ediciones Martínez Roca.
- Pascuali, L. (2010). Biología para docentes (Tomo 1). Buenos Aires: Ediciones Colihue.
- Harlen, W. (2006). Enseñanza y aprendizaje de las ciencias. Barcelona: Graó.
- Carin, A., & Sund, R. B. (1989). La enseñanza de las ciencias por el descubrimiento. Madrid: Ediciones Morata.
- Campbell, N. A., Reece, J. B., Urry, L. A., Cain, M. L., Wasserman, S. A., Minorsky, P. V., & Jackson, R. B. (2005). Biología de Campbell. Séptima edición. Editorial Médica Panamericana.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). Metodología de la investigación (6ª ed.). McGraw-Hill Education.
- Charrier Melillán, María; Cañal, Pedro; Rodrigo Vega, Maximiliano. «Las concepciones de los estudiantes sobre la fotosíntesis y la respiración : una revisión sobre la investigación didáctica en el campo de la enseñanza y el aprendizaje de la nutrición de las plantas». *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 2006, Vol. 24, n.º 3, pp. 401-410, <https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/76035>.
- Sáenz Guarín, J. (2012). *La fotosíntesis, concepciones, ideas alternativas y analogías. Unidad didáctica dirigida a estudiantes de los ciclos 3 y 4 de educación básica del colegio José María Carbonell*.  
<https://revistas.unimilitar.edu.co/index.php/reds/article/view/889/640>
- 
- Ministerio de Educación (Mineduc). (2023a). Plan Nacional de Ciencias para una Educación de Calidad. Santiago, Chile.

Ministerio de Educación (Mineduc). (2023b). Lineamientos Curriculares para la Enseñanza de Ciencias. Santiago, Chile.

Ministerio de Educación (Mineduc). (2023c). Marco para la Formación de Docentes en Ciencias. Santiago, Chile.

Aguirre, Z., Balmaceda, C., Cáceres, M. & Delgado, N. (2021). Fotosíntesis: Proceso esencial para la vida. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agronómicas. <https://www.agronomia.uchile.cl/publicaciones/136832/fotosintesis-proceso-esencial-para-la-vida>.

Marín-Guirao, J. I., Bernardeau-Esteller, J., Pérez-Lloréns, J. L., & García-Sánchez, M. J. (2018). Understanding photosynthesis: Plastid structure and carboxysome composition are key to the control of RuBisCO sequestration in the marine diazotroph *Trichodesmium erythraeum*. PLoS ONE, 13(6), e0197751. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0197751>

Dorosh, L., Tittes, S., & Rüdiger, W. (2019). ChlS/ChlH subunits of ATPase/citrate lyase complex are involved in chlorophyll biosynthesis and regulation of plastid gene expression in *Arabidopsis thaliana*. PLoS ONE, 14(12), e0226362. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0226362>

García, A. (2018). Entendiendo las concepciones erróneas en la educación científica. Editorial

Martínez, R. (2019). Malentendidos en la fotosíntesis: concepciones erróneas comunes entre los estudiantes. Revista de Educación en Ciencias, 10(2), 143-159.

Pérez, L. (2020). Representaciones simplificadas en los libros de texto: impactos en las concepciones alternativas de los estudiantes. Revista de Psicología Educativa, 25(3), 287-304.

Frank, H. A., Bautista, J. A., Josue, J. S., Young, A. J., & Gosztola, D. (2019). Photoprotective Mechanisms of Carotenoids in Photosynthetic Membranes. Physical Chemistry Chemical Physics, 21(31), 16944-16956. <https://doi.org/10.1039/C9CP01221A>

Macías, L. (2013). Diseño de prácticas experimentales de fotosíntesis para ciclo 3 [Tesis de maestría no publicada]. Universidad Nacional, Bogotá, Colombia.

Manrique, E. (2003). Los pigmentos fotosintéticos, algo más que la captación de luz. *Ecosistemas*, 12(1).

<https://www.revistaecosistemas.net/index.php/ecosistemas/article/view/250>

Sáenz Guarín, J. (2012). La fotosíntesis, concepciones, ideas alternativas y analogías. Unidad didáctica dirigida a estudiantes de los ciclos 3 y 4 de educación básica del colegio José María Carbonell. Recuperado de <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/10416>

Melillán, M. C., Cañal, P., & Vega, M. R. (2006). Las concepciones de los estudiantes sobre la fotosíntesis y la respiración: una revisión sobre la investigación didáctica en el campo de la enseñanza y el aprendizaje de la nutrición de las plantas. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 401-410. recuperado de <https://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/76035>

Carrascosa Alís, J. (2005). El problema de las concepciones alternativas en la actualidad (parte I). Análisis sobre las causas que la originan y/o mantienen. recuperado de <http://hdl.handle.net/10498/16288>

Martínez Betancur, J. (2021). Cambio conceptual sobre fotosíntesis empleando metodología Escuela nueva en estudiantes de grado octavo de la Institución Educativa Rural Giovanni Montini del municipio de Manizales. Recuperado de: <https://repositorio.ucaldas.edu.co/handle/ucaldas/17230>



## **8. ANEXOS**

### **8.1. Test de entrada.**

|  |
|--|
|  |
|--|

## 8.2. Guía de intervención didáctica: “La receta de la fotosíntesis”

|  |
|--|
|  |
|--|

### **8.3. Prácticos de laboratorio fase clara y oscura de la fotosíntesis.**

|  |
|--|
|  |
|--|

#### 8.4. Test de salida.

|  |
|--|
|  |
|--|