



**Cambio conceptual sobre fotosíntesis empleando metodología Escuela nueva en estudiantes  
de grado octavo de la Institución Educativa Rural Giovanni Montini del municipio de  
Manizales**

**José Mayil Martínez Betancur**

**Universidad de Caldas  
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales  
Maestría en Química con énfasis en didáctica  
Manizales, Colombia**

**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**

**Obra de conocimiento para optar al título de:  
Magister en Química con énfasis en didáctica**

**Director:**

**Ph.Dc José Mauricio Rodas R.**

**Profesor del departamento de química**

**Presentada por**

**José Mayil Martínez Betancur**

**Universidad de Caldas**

**Facultad de Ciencias exactas y naturales**

**Maestría en Química con énfasis en didáctica**

**Manizales, Colombia**

**2021**

**Nota de aceptación**

---

---

---

---

---

---

**Presidente del jurado**

---

**Jurado**

---

**Jurado**

**Manizales, Noviembre de 2021**

**Nota obtenida: \_\_\_\_\_**

## **Dedicatoria**

A todos los docentes que luchan con empeño por hacer un país mejor, a los docentes que creen que la educación es el camino para construir un mundo equitativo y en paz que, inquietos, buscan los caminos para hacer que sus estudiantes sean mejores cada día y en especial a los docentes que están convencidos que enseñar es un acto de amor.

## Agradecimientos

Agradezco

**Al Ministerio de Educación Nacional**, por su apoyo a través del programa becas excelencia MEN, sin el cual no hubiera sido posible financiar el programa.

A la **facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la universidad de Caldas, Maestría en Química**, por el compromiso mostrado con nuestra formación e interés por que cada uno de los docentes participantes de la maestría nos graduásemos en los plazos establecidos.

**A los directivos** de la Institución Educativa Rural Givanni Montinni del municipio de Manizales, Vereda Colombia, Km 41, por facilitarme los permisos para asistir a clases, por respetar la asignación académica en los grados en los cuales se desarrollaría el trabajo y por su interés en nuestro proceso de formación.

**A mi director de tesis, profesor Ph.Dc José Mauricio Rodas R.**, docente del Departamento de Química de la Universidad de Caldas, por compartir sus conocimientos y experiencias, por su apoyo incondicional al desarrollo del proyecto y por sus claras orientaciones en la elaboración del documento final.

**Agradezco muy especialmente a los estudiantes de grado octavo** por permitirme compartir con ellos tan significativa experiencia, por su gran compromiso e interés con las actividades desarrolladas.

## Resumen

Dentro del plan de estudio de ciencias naturales, la fotosíntesis es un tema trascendental, dada su importancia en el mantenimiento de la vida. Diversos estudios, han puesto de manifiesto el papel que juegan las ideas previas de los estudiantes en el aprendizaje de la fotosíntesis, estos establecen que la dificultad en el aprendizaje del concepto de fotosíntesis tiene su origen en estas concepciones, esto contrasta con otras investigaciones que consideran que el cambio conceptual es siempre una interacción entre la nueva información que se nos presenta y lo que ya se sabe.

La metodología escuela nueva está implementada en la educación básica rural de Caldas por más de 25 años como estrategia para mejorar el aprendizaje en el área rural de Colombia; en la Institución educativa rural Giovanni Montini (IERGM) se cuenta con esta metodología con la cual se pretende promover un aprendizaje activo, participativo, cooperativo y centrado en el estudiante,

La presente investigación pretende describir cómo cambian las ideas previas del concepto de fotosíntesis en estudiantes de grado octavo de la institución educativa rural Giovanni Montini del Municipio de Manizales Caldas, después de realizar una intervención con metodología escuela nueva; esta se desarrolla según un enfoque cualitativo y busca un alcance descriptivo.

Una vez establecidos los alcances de la investigación y revisada la literatura especializada se procedió a identificar las ideas previas sobre el concepto de fotosíntesis en los niveles: individuo, celular y ecológico en estudiantes del grado octavo de la IERGM, por medio de un pre-test conformado por seis preguntas abiertas previamente validadas, el pre-test fue aplicado a 30 estudiantes que conforman el grado octavo dos. Para el análisis de los resultados se tomaron 15 estudiantes de forma aleatoria para integrar la unidad de trabajo.

Se realizó un análisis del discurso, las respuestas obtenidas se sistematizaron en una tabla de

Excel donde se ubicaron preguntas y respuestas, las cuales fueron categorizadas de acuerdo a los niveles antes mencionados.

En el desarrollo de la investigación se evidenció como la metodología escuela nueva promovió el cambio conceptual sobre la fotosíntesis en los estudiantes; ideas como: las plantas se alimentan por las raíces; la luz solar es necesaria para el bienestar de las plantas sin llegar a relacionarla con el proceso de la fotosíntesis, no dar relación del CO<sub>2</sub> en el proceso, ni de las estructuras que intervienen en la fotosíntesis, fueron modificadas a ideas más cercanas a los conceptos científicos.

El estudio permitirá incorporar con mayor conciencia e intención, a la metodología escuela nueva, propuestas didácticas que se tienen para la enseñanza de las ciencias.

*Palabras claves:* Ideas previas, fotosíntesis, metodología Escuela nueva, Cambio conceptual.

## **Abstract**

Within the natural sciences curriculum, photosynthesis is a transcendental subject, given its importance in the maintenance of life. Various studies have revealed the role that students' previous ideas play in learning photosynthesis, these studies establish that the difficulty in learning the concept of photosynthesis has its origin in these conceptions, which contrasts with other investigations that consider that conceptual change is always an interaction between the new information that is presented to us and what is already known.

The new school methodology has been implemented in rural basic education in Caldas for more than 25 years as a strategy to improve learning in rural Colombia; this methodology is used at the Giovani Montini Rural Educational Institution (GMREI) with which it is intended to promote active, participatory, cooperative and student-centered learning.

This research aims to describe how previous ideas of the concept of photosynthesis change in eighth grade students of the Rural Educational Institution Giovani Montini of the Municipality of Manizales, Caldas, after carrying out an intervention with the new school methodology; so, it is developed according to a qualitative approach and seeks a descriptive scope.

Once the scope of the research had been established and the specialized literature reviewed, we proceeded to identify previous ideas about the concept of photosynthesis at the following levels: individual, cellular and ecological in eighth grade students of the GMREI, by means of a preliminary test consisting of six previously validated open questions; the pre-test was applied to 30 students who made up grade eight two.

For the analysis of the results, 15 students were randomly taken to integrate the work unit.

A discourse analysis was carried out, the responses obtained were systematized in an Excel table where questions and answers were located, which were categorized according to the

aforementioned levels.

In the development of the research, it was evident how the new school methodology promoted the conceptual change about photosynthesis in the students; ideas such as: plants feed on roots; sunlight is necessary for the well-being of plants without being related to the process of photosynthesis, not giving a relationship of CO<sub>2</sub> and the structures in the process of photosynthesis, changed to ideas closer to scientific concepts.

The study will allow to incorporate with greater awareness and intention to the new school methodology, didactic proposals that we have for the teaching of science.

*Keywords:* previous ideas, photosynthesis, new school methodology, conceptual change.

## Contenido

<b>RESUMEN</b>	<b>6</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>14</b>
<b>1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b>	<b>16</b>
<b>2. JUSTIFICACIÓN</b>	<b>19</b>
<b>3. OBJETIVO</b>	<b>21</b>
3.1. Objetivo general	21
3.2. Objetivos específicos	21
<b>4. ANTECEDENTES</b>	<b>22</b>
<b>5. MARCO TEÓRICO</b>	<b>30</b>
5.1. Cambio conceptual.	30
5.1.1. Origen del Cambio Conceptual	30
5.1.2. Cambio conceptual sobre fotosíntesis.	34
5.1.3. Evolución del conocimiento sobre la nutrición vegetal	40
5.2. La fotosíntesis.	42
5.3. Modelo Escuela nueva.	55
<b>6. METODOLOGÍA</b>	<b>65</b>

<b>6.1. Población y unidad de trabajo</b>	<b>67</b>
<b>6.2. Instrumentos y fuentes de información</b>	<b>68</b>
<b>6.3. Fases de la investigación</b>	<b>69</b>
<b>7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	<b>76</b>
<b>7.1. Fase 1, actividades 2 y 3.</b>	<b>76</b>
<b>7.2. Fase 2, actividades 1 y 2.</b>	<b>85</b>
<b>7.3 Fase 3 actividades 1, 2 y 3</b>	<b>99</b>
<b>8 CONCLUSIONES</b>	<b>118</b>
<b>9 RECOMENDACIONES.</b>	<b>121</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>123</b>
<b>10 ANEXOS</b>	<b>127</b>
<b>Anexo 1: Cuestionario para la recolección de información Fotosíntesis</b>	<b>127</b>
<b>Anexo 2. Intervención 1. Reacción química.</b>	<b>130</b>
<b>Anexo 3. Intervención 2. Balanceo de ecuaciones químicas.</b>	<b>134</b>
<b>Anexo 4. Intervención 3. Las reacciones químicas y la energía.</b>	<b>138</b>
<b>Anexo 5. Intervención 4. Laboratorio reacción exotérmica.</b>	<b>143</b>
<b>Anexo 6. Intervención 5. La fotosíntesis.</b>	<b>146</b>

<b>Anexo 7. Intervención 6. Nutrición en organismos fotosintéticos.</b>	<b>155</b>
<b>Anexo 8. Intervención 7. Práctica de laboratorio la fotosíntesis.</b>	<b>161</b>
<b>Anexo 9. Intervención 8. Cadenas tróficas.</b>	<b>165</b>

## **FIGURAS**

Figura 1. Malla conceptual sobre la nutrición de las plantas verdes. Tomada de Cañal (1992). .....	37
Figura 2. Esquema conceptual sobre la nutrición vegetal. Tomado de González, et al., (2013) .....	40
Figura 3. Los cloroplastos y su ubicación celular. ....	49
Figura 4. Estructura de la molécula de clorofila. ....	50
Figura 5. Absorción del espectro de luz disponible para realizar fotosíntesis. ....	51
Figura 6. Síntesis de la Metodología.....	75
Figura 7. Evolución conceptual del concepto de fotosíntesis en porcentajes. ....	110

## **TABLAS**

Tabla 1. Progresión conceptual de la Nutrición Vegetal. Tomado de González R et al (2009).....	42
Tabla 2. Cuadro comparativo del concepto de fotosíntesis en los textos de ciencias naturales de sexto grado. Figueroa. 2012. ....	54
Tabla 3. Progresión conceptual de la Nutrición Vegetal. Modificado de González et al., (2009).....	70
Tabla 4. Ideas previas de los estudiantes referentes al nivel individuo. Pre –test. ....	78
Tabla 5. Ideas previas de los estudiantes referentes al nivel individuo. Pre- test.....	80
Tabla 6. Ideas previas de los estudiantes referentes al nivel celular. Pre- test.....	80
Tabla 7. Ideas previas de los estudiantes referentes al nivel celular. Pre- test.....	83

Tabla 8. Ideas previas de los estudiantes referentes al nivel ecológico. Pre- test. ....	84
Tabla 9. Ideas previas de los estudiantes referentes al nivel ecológico. Pre- test. ....	85
Tabla 10. Resultados pre-test.....	85
Tabla 11. Ideas de los estudiantes con relación al nivel individuo, pos-test.....	99
Tabla 12.. Ideas de los estudiantes para el nivel individuo, pos-test.....	102
Tabla 14. Ideas de los estudiantes para el nivel celular, pos-test. ....	106
Tabla 15. Concepciones de los estudiantes nivel ecológico, pos-test .....	107
Tabla 16. Concepciones de los estudiantes nivel ecológico, pos-test. ....	108
Tabla 17. Resultados pos-test. ....	108
Tabla 18. Cambio conceptual del concepto de fotosíntesis .....	109
Tabla 19. Paralelo pos-test y pre-test para E1. ....	111
Tabla 20. Paralelo pos-test y pre-test para E10.....	114

## Introducción

En nuestro quehacer educativo nos vemos enfrentados a la falta de comprensión de los estudiantes sobre conceptos científicos enseñados en clase, a lo que no es ajeno el concepto de fotosíntesis. Dicha situación, generalmente se ve acompañada por apatía y falta de motivación hacia el aprendizaje de la ciencia, lo cual se ve reflejado en el poco uso que dan los estudiantes a dichos conceptos, dificultad para integrar conceptos y su inoperancia para relacionarlos con el entorno. Como consecuencia de ello, se reprueban las asignaturas y se obtienen bajos resultados en pruebas externas, sin contar el costo social que ello conlleva.

Es evidente que en este *fracaso* de aproximación al conocimiento científico los estudiantes se ven influenciados por diversidad de variables evolutivas, sociales, motivacionales, económicas, entre otras. Sin embargo, dentro de los obstáculos para el correcto aprendizaje; la metodología empleada en el aula de clase juega un papel determinante a la hora de aprender ciencias.

No es de extrañar que los docentes desconozcamos los estudios aportados por la didáctica en este campo, de la cual se pueden encontrar algunos estudios generales y específicos como: Pozo & Gómez (1998); Pozo (1993); Oliva (1999) que pueden ayudar a franquear tan real y desconcertante disyuntiva.

Con base en lo expuesto, este estudio trata de enriquecer el quehacer educativo aportando elementos desde la teoría de cambio conceptual de la fotosíntesis, como ya lo han abordado autores como Cañal, (1990 y 2014); Charrier, Cañal, & Rodrigo, (2006); González, Martínez, & García, (2014); para lo cual se evaluará si la metodología Escuela nueva incide en el cambio conceptual de la fotosíntesis desde los niveles individuo, celular y ecológico, en estudiantes de grado octavo de la Institución Educativa Rural Giovani Montinni, del municipio de Manizales, Caldas, determinando las ideas previas de los estudiantes sobre el concepto y su cambio después

de una intervención con metodología escuela nueva desde un enfoque metodológico cualitativo -  
descriptivo.

## 1. Planteamiento del problema

Se ha encontrado que los resultados académicos de los estudiantes de la Institución Educativa Rural Giovanni Montini en el área de ciencias naturales son bajos, lo cual se ve reflejado en alta repitencia de los estudiantes en el área de ciencias naturales y un bajo desempeño en pruebas saber, como lo demuestra su promedio de 44.3 en pruebas saber once 2020.

De 20 estudiantes que presentaron la prueba, 8 fueron ubicados en nivel 1 de desempeño; 10 en nivel 2; solo 2 estudiantes alcanzaron el nivel 3, y ningún estudiante alcanzó el nivel cuatro (ICFES, 2020). Lo que denota una falta de apropiación de conceptos científicos por parte de los estudiantes.

Las características del nivel 1 de desempeño: “alcanza a reconocer información explícita, presentada de manera ordenada en tablas o gráficas, con un lenguaje cotidiano y que implica la lectura de una sola variable independiente” (ICFES, 2020b); esto significa que los estudiantes demuestran un insuficiente desarrollo de la competencia indagación definida en el marco teórico de la prueba.

En la descripción se destaca el hecho de que los estudiantes hacen uso del lenguaje cotidiano para describir los fenómenos, lo que denota una casi total falta de apropiación de los conceptos científicos enseñados en el transcurso de su formación. En los Bimestrales; que son pruebas internas aplicadas en la institución; los porcentajes de reprobación alcanzan el 60%, y un 35% de los estudiantes logran un aceptable; lo que denota un bajo rendimiento de los estudiantes en el área. Una realidad algo alejada de los fines de la institución.

Estos resultados desalentadores no hacen honra al tiempo y esfuerzo invertido por los estudiantes e institución al área. Es entendible que muchos factores intervienen en estos resultados, factores que en nuestro caso, juegan de manera adversa en el aprendizaje de estos jóvenes que

históricamente han sido deprimidos económica y socialmente.

A esta problemática no es ajeno el aprendizaje del concepto de fotosíntesis, el cual es considerado clave dentro de las ciencias naturales; dada su importancia en el mantenimiento de la vida y concepto articulador de diferentes disciplinas; como se deduce de su presencia en todos los grados de enseñanza básica y media. En su aprendizaje

Autores como Cañal, (1990) y Charrier M. et al., (2006), han puesto de manifiesto el papel que juegan las ideas previas de los estudiantes en el aprendizaje de la fotosíntesis y han descrito su génesis. Entre sus ideas sobresalen variables metodológicas, deficiente formación científica de los docentes, insatisfactorias condiciones de trabajo, inadecuada e insuficiente preparación didáctica, materiales curriculares de planteamientos tradicionales, contenidos no actualizados y frecuentes errores, esquema rígido de la organización escolar, influencias negativas del contexto sociocultural cotidiano.

Para la enseñanza - aprendizaje; la institución Educativa Rural Giovanni Montini implementó desde el 2014 el modelo Escuela Nueva, a su vez dentro de los planes de mejoramiento del componente curricular se plantea la necesidad de evaluar las prácticas realizadas en la institución con el fin de mejorar procesos que conduzcan a una mejor calidad de la enseñanza aprendizaje.

Por tal razón, se plantea en esta propuesta de trabajo la necesidad de evaluar la enseñanza - aprendizaje de las ciencias naturales ofrecida por la institución desde la metodología Escuela nueva; que más significativo que hacerlo desde el concepto de fotosíntesis, el cual ha sido considerado como un tema unificador de las ciencias naturales ya que integra los entornos físico, químico y biológico, sin dejar de lado su componente ambiental.

Para el estudio se propone la pregunta orientadora ¿Cómo cambian las ideas previas del

concepto de fotosíntesis, en estudiantes de grado octavo de la Institución Educativa Rural  
Giovanni Montini, del municipio de Manizales después de una intervención con metodología  
Escuela nueva?

## 2. Justificación

La Institución Educativa Rural Giovanni Montini (IERGM) es un establecimiento de carácter oficial que ofrece sus servicios en preescolar, educación básica y media articulada a la educación superior “La Universidad en el Campo”, además de Ciclos Lectivos Especiales Integrados para la comunidad adulta, a los habitantes de la vereda Colombia, del municipio de Manizales y sectores aledaños de otros municipios, a través de un enfoque humanista, metodología Escuela nueva y profundización en educación ambiental. Presta un servicio educativo que cumple estándares y lineamientos vigentes (PEI IERGM 2019, pág. 40).

La institución en su slogan “Formamos al hombre para la excelencia”, sintetiza uno de sus fines: prestar un servicio educativo de calidad; este apunta a fortalecer todas las dimensiones humanas, en este fortalecimiento; la comprensión de la relación entre los diferentes seres vivos es fundamental.

La Institución, siempre en proceso de mejoramiento ha apostado desde el año 2014 al modelo Escuela nueva como una forma de mejorar sus procesos, lo cual se ve soportado por los objetivos del modelo:

Es un modelo educativo dirigido al fortalecimiento de la cobertura con calidad de la educación básica, integra los saberes previos de los alumnos a las experiencias nuevas de aprendizaje, mejorando su rendimiento y, lo más importante, “aprendiendo a aprender” por sí mismos. Propicia un aprendizaje activo, participativo y cooperativo (PEI IERGM 2015 p. 139).

A su vez, la gestión académica se ha planteado como objetivos:

Propiciar mejores y mayores aprendizajes para elevar la calidad de la educación, fortalecimiento y apropiación del componente curricular del modelo Escuela nueva y continuar trabajando alrededor del mejoramiento del índice sintético de calidad respondiendo a las metas establecidas y a promedios municipal, departamental y nacional (PEI IERGM 2015, p.).

Desde el comité de área, en su plan operativo, se ha propuesto revisar el plan de área y dar prioridad a la articulación de contenidos, buscando mejorar el desempeño de los estudiantes en el área.

Atendiendo las directrices institucionales de un mejoramiento continuo en el proceso enseñanza – aprendizaje, se plantea el estudio del cambio de las ideas previas sobre el concepto de fotosíntesis en estudiantes del grado octavo de la institución educativa, después de realizar una intervención con metodología escuela nueva; con el fin de generar conocimiento que permita mejorar la enseñanza – aprendizaje de un concepto que ha sido catalogado como de gran demanda cognitiva (Cañal, 1990), al mismo tiempo que ofrece la oportunidad de articular los entornos físico, vivo y químico, lo cual lo hace llamativo para realizar estudios sobre cambio conceptual en los estudiantes bajo la metodología institucional.

El estudio permitirá conocer el nivel con el que inician los estudiantes y determinar su cambio después del proceso formativo. Lo cual podría emplearse en la mejora de las guías de interaprendizaje y alternativas didácticas, que debería reflejarse en mejores desempeños en el área de ciencias naturales.

### 3. Objetivo

#### 3.1. Objetivo general

- Describir como cambian las ideas previas de los estudiantes de grado octavo de la IERGM sobre el concepto de fotosíntesis bajo una intervención con metodología Escuela Nueva.

#### 3.2. Objetivos específicos

- Indagar por las ideas previas en torno al concepto de fotosíntesis en los estudiantes de grado octavo de la IERGM.
- Utilizar metodología Escuela Nueva como mediador de cambio conceptual sobre el concepto fotosíntesis, en estudiantes de grado octavo de la IERGM.
- Determinar si la metodología escuela nueva permite general cambio conceptual sobre fotosíntesis en estudiantes del grado octavo de la IERGM.

#### 4. Antecedentes

En las siguientes páginas se dará un vistazo a la literatura más relevante sobre Ideas previas, haciendo énfasis en las ideas previas sobre la fotosíntesis. En síntesis, estos antecedentes proporcionan información valiosa y se constituyen como soporte en la consolidación de la propuesta en aspectos como las dificultades en el aprendizaje del concepto de fotosíntesis, y las ideas previas más generalizadas sobre el concepto de fotosíntesis. Dan cuenta, además, de la relevancia de las ideas previas en el aprendizaje de las ciencias.

Osborne & Wittrock, (1983) realizan una descripción de las ideas previas, estudios y características. Expone la esencia del modelo de aprendizaje generativo, en el cual los niños desarrollan ideas sobre su mundo, desarrollan significados para las palabras utilizadas en ciencias y desarrollan estrategias para obtener explicaciones sobre cómo y por qué las cosas se comportan como lo hacen, mucho antes de que se les enseñe formalmente. Se ha encontrado que a veces sutilmente, y otras dramáticamente, difieren de las de los científicos y de las ideas que se enseñan en las lecciones de ciencias.

Astudillo & Gene, (1984), señalan la existencia de errores conceptuales en el aprendizaje de la fotosíntesis. Para detectar los conocimientos que los alumnos tenían de este tema, elaboraron un cuestionario que fue pasado a 74 alumnos, futuros profesores, las preguntas que se les plantearon, eran de nivel elemental, pues se pretendía averiguar errores básicos de conocimiento.

Algunos de sus resultados fueron: El 41,4% no consideran fundamental la clorofila para que tenga lugar el proceso de la fotosíntesis; el 44,4% no considera el CO<sub>2</sub>; el 74,7% no tiene en cuenta el agua, mientras que las sales minerales no son contempladas como necesarias para el

89,4% de los estudiantes. Resultados parecidos se obtuvieron al hacer referencia a los productos obtenidos en el proceso fotosintético de las plantas verdes. Se cita el hecho de que el 70,7% de los alumnos no consideran producto la formación de hidratos de carbono y el 28% no tiene en cuenta el oxígeno.

Por su parte Gil (1985), Expone que la primera implicación positiva de las investigaciones sobre didáctica de las ciencias, es haber mostrado la existencia de graves problemas, previamente ignorados, como el relativo a la existencia de preconceptos extraordinariamente resistentes a la acción educativa habitual.

Driver, Guesne, & Tiberghien, (1985) tratan las ideas de los estudiantes de secundaria sobre una gran variedad de fenómenos naturales y de cómo cambian y se desarrollan como resultado de una instrucción específica. Buscan además que la enseñanza de las ciencias se adapte mejor a las ideas de los estudiantes, algunas de las temáticas tratadas son: la luz, electricidad en circuitos simples, calor y temperatura, fuerza y movimiento, el estado gaseoso, la naturaleza de las partículas de la materia en fase gaseosa, la conservación de la materia bajo las transformaciones físicas y químicas.

Gil, (1987), realiza una reseña histórica de las concepciones alternativas y sus características. Con base en estos nuevos descubrimientos, reconoce la importancia de un nuevo modelo de aprendizaje de las ciencias, un nuevo estilo didáctico que supere una enseñanza aprendizaje de transmisión asimilación de conocimientos.

Cañal, P. (1990), caracteriza las deficiencias didácticas más frecuentes en el campo conceptual de la nutrición de las plantas verdes, estudiando su incidencia en su contexto. Propone explicaciones sobre el origen de las dificultades y deficiencias detectadas, y diseña estrategias y materiales didácticos de asesoramiento para disminuir la incidencia de esas deficiencias y dificultades, haciendo una distinción entre los diferentes ciclos escolares.

En su estudio encuentra un paralelismo entre las ideas previas de los estudiantes y la construcción histórica del conocimiento. En ambos casos la secuencia se extiende desde una concepción del proceso como “alimentación externa simple”, hasta la “alimentación externa compleja” y por último, “alimentación interna” siendo éste el momento en que se constituye la noción de fotosíntesis. Se destaca el alto número de estudiantes que hacen referencia a la alimentación de la planta por las raíces. El test empleado en este estudio, fue tomado y adaptado, para la elaboración del test del presente estudio.

Pozo, et al., (1991), analizan los procesos psicológicos que están en el origen de las ideas de los alumnos, para entender el mundo que los rodea. Los autores diferencian tres posibles orígenes para las ideas de los alumnos: Origen sensorial: las concepciones espontáneas, Origen social: las concepciones inducidas y Origen analógico: las concepciones análogas. Aclarando que esta distinción no implica que desde un punto de vista cognitivo las diferentes concepciones funcionen por separado.

Por su parte, Pozo, (1993), analiza las aportaciones recientes de la Psicología y didáctica de las ciencias a la investigación del aprendizaje y la enseñanza de las ciencias. En esta comparación hace referencia a que la didáctica ha estudiado sobre todo las *concepciones alternativas* mantenidas por los alumnos en áreas específicas y hace referencia a la importancia de las concepciones alternativas para la didáctica.

Pozo & Gómez (1998), asumen el origen de las ideas previas, donde se resalta constantemente la existencia en los alumnos de fuertes ideas de los conceptos científicos, que resultan muy difíciles de modificar y que en algunos casos sobreviven a largos años de instrucción científica, algunas de ellas sobreviven, de una u otra forma, incluso entre los propios especialistas en el área.

Charrier *et al.* (2006), realiza una revisión bibliográfica de los trabajos publicados

desde los años ochenta en relación con las ideas previas de dos conceptos: *fotosíntesis* y *respiración*. También se analizan los orígenes de estas concepciones, así como nuevas propuestas metodológicas para la enseñanza de ambos procesos tendentes a prevenir la aparición de nuevos errores conceptuales. Algunas concepciones de los estudiantes encontradas en su revisión con relación a la fotosíntesis son:

Gran parte de los estudiantes, sobre todo los más pequeños, piensan que las plantas obtienen todo su alimento del suelo, por medio de las raíces.

Desconocen la función de la hoja. Para muchos, éstas sirven para captar el agua de lluvia o para recibir los alimentos. Por lo general no mencionan la clorofila o desconocen su función y los que la nombran le atribuyen una gran variedad de funciones: 1) dar color a las hojas, 2) es la sangre de las plantas, 3) se combina con el dióxido de carbono para formar glucosa. Los gases necesarios para la fotosíntesis son absorbidos por las raíces y tallos, no por las hojas. Por lo general desconocen si las plantas necesitan luz y en los casos en que la mencionan le atribuyen funciones como: vivir, crecer, tener buena salud, dar color a la planta. Las transformaciones de energía solar en energía química por lo general no se mencionan, no obstante conocer que las plantas necesitan luz. Las plantas utilizan la energía solar para mantenerse saludables. (Charrier et al. 2006)

González, et al., (2009), realizaron un estudio de la evolución del conocimiento sobre la nutrición vegetal teniendo en cuenta su importancia biológica y la dificultad que encierra su comprensión para los estudiantes de enseñanza obligatoria. Para ello, se presenta una propuesta de selección y secuenciación de contenidos tomando como referentes la perspectiva histórica y

las ideas de los alumnos. Los autores también sugieren una propuesta de enseñanza para la nutrición vegetal. Analizan los contenidos relacionados con la nutrición vegetal que consideran importantes; un grupo de profesores de secundaria. También se intenta conocer la existencia de tendencias en el profesorado, en función de los contenidos valorados y seleccionados en las actividades y cuestiones de evaluación. La propuesta expuesta por los autores referente a los niveles de tratamiento de la nutrición vegetal y la Progresión conceptual de la nutrición vegetal fueron un aporte invaluable en la categorización del presente estudio.

González, et al., (2014), realizaron una revisión histórica sobre la nutrición vegetal, en la cual se plasma como ha ido cambiando el modelo de nutrición, desde una concepción asimilada a la alimentación animal a la visión más compleja, universal y ecológica de la misma, esta revisión histórica puede constituir una herramienta útil para el docente a la hora de laborar secuencias de enseñanza. Así mismo ofrece la oportunidad de seleccionar cuestiones y ensayos sobre los que reflexionar, apreciando que la génesis del conocimiento científico es un proceso holístico y complejo, vinculado a los avances tecnológicos y a un contexto sociocultural y político. Esta revisión aporta elementos de la importancia de abordar la fotosíntesis desde un punto de vista histórico.

Sáenz, (2012), su propuesta pretende reconocer los preconceptos que tienen los estudiantes que cursan los ciclos III (grado 7°) y IV (grado 9°) de educación Básica sobre la fotosíntesis en el colegio José María Carbonell. Una vez establecidos y analizados los preconceptos y estudiada su relación con el proceso histórico de construcción de este concepto se procede a formular una unidad didáctica utilizando las analogías como recurso principal.

Algunas de los resultados fueron:

12% de estudiantes de séptimo aún no identifica la luz como factor determinante para el proceso de fotosíntesis, Así mismo un 30% de grado noveno; el 72% de los estudiantes tanto de séptimo como de noveno piensa que la finalidad principal de la fotosíntesis es producir oxígeno, muestra que el 44% de los estudiantes de grado séptimo, reconocen la importancia del agua, la energía lumínica, la clorofila y el dióxido de carbono para el proceso de la fotosíntesis. El resto de estudiantes tiene concepciones alternativas, ellos opinan unos que para la fotosíntesis se requiere solo dióxido de carbono (aproximadamente el 18%) y otros que es indispensable la energía lumínica (18%). El 31% de los estudiantes de noveno opinan que se requieren tanto la luz como el agua, la clorofila y el dióxido de carbono; mientras que, un porcentaje igual señala que solo se requiere la energía lumínica. Este estudio como otros citados anteriormente, da luces sobre las concepciones alternativas más generalizadas entre los estudiantes, estas concepciones son tenidas en cuenta en la elaboración de las guías de interaprendizaje.

Afanador, et al., (2016), su trabajo realizado en el colegio Charry de Bogotá en la ciudad de Bogotá con estudiantes de séptimo grado, consistió en determinar cómo se transforman los conceptos científicos, procedimientos y actitudes hacia la ciencia en relación con la fotosíntesis y la respiración de las plantas, a partir de su experiencia en actividades de aprendizaje de resolución de problemas y trabajos prácticos de laboratorio. Se trabajó con tres estudiantes tomados al azar, para Laura se obtuvo:

que antes de la intervención existió una baja tendencia de comprensión para identificar la influencia de la luz en el proceso de la fotosíntesis, además desconoció aspectos específicos de la incidencia de la luz en el proceso de la fotoquímica; Laura tuvo tendencia desfavorable hacia la comprensión en identificación de las verdaderas sustancias que necesita la planta para el proceso de fotosíntesis, al considerar que las plantas requieren alimentarse del suelo

(nutrientes procesados o fertilizantes). Esta concepción hace ver la confusión entre alimentos y nutrientes (afirma que los alimentos para ella son fertilizantes, agua y sol), por ende no relaciona fotosíntesis con nutrición. Laura presentó una tendencia desfavorable hacia la comprensión en el reconocimiento de estructuras celulares y químicas que participan en el proceso de la fotosíntesis y la respiración. Después de la intervención se observa que las explicaciones de la estudiante demuestran que hubo un avance en las explicaciones científicas o evolución histórica desde la visión toulminiana. Su evolución conceptual parte de incorporar nuevos conceptos específicos que le permitieron identificar características propias de las plantas y abandonar la teoría del humus. Los autores concluyen que la evolución conceptual de Laura terminó en un cambio conceptual. Este estudio dio indicios de cómo las intervenciones didácticas pueden llegar a cambiar las ideas previas de los estudiantes. (Afanador, et al., 2016)

Angosto, S. (2018), en su tesis doctoral expone las concepciones de los estudiantes del Máster Universitario en Formación del Profesorado de ESO y Bachillerato de la UCM sobre la nutrición vegetal en general y del proceso de fotosíntesis en particular. El investigador encuentra que las ideas previas de estos estudiantes son similares a las encontradas por otros investigadores para bachillerato.

La idea de que las raíces son la boca de las plantas ha aparecido en el 40% de los encuestados, el 30% creen que la finalidad de la fotosíntesis es producir oxígeno y el 64% que la finalidad del  $\text{CO}_2$  es ser transformado en  $\text{O}_2$ , reduciendo así el proceso fotosintético a un simple intercambio gaseoso. (Angosto, S. (2018),

En su conjunto, los resultados de su estudio muestran que el 26% de los estudiantes creen que la planta toma todas las sustancias que necesita del suelo, olvidando así el  $\text{CO}_2$ ; el 71% de ellos piensa que el agua y las sales minerales solo se necesitan en las hojas para hacer la fotosíntesis y más del 70% creen que ser autótrofo significa no necesitar todos los nutrientes para realizar todas sus funciones. Además, el 72% de los encuestados creen que la finalidad de la fotosíntesis es producir solo azúcares y el 80% no considera la producción de aminoácidos como parte del proceso fotosintético.

Vega, et al., (2020), Investigan las ideas previas acerca de la fotosíntesis de estudiantes de grado décimo y undécimo de una institución educativa rural del municipio de Coper, del departamento de Boyacá.

Se destaca que los estudiantes:

ven la fotosíntesis como un tipo de respiración de las plantas. También se hizo evidente que no reconocen en su totalidad los compuestos necesarios para que el proceso se lleve a cabo. El 33,3 % de los estudiantes, tanto de décimo como de undécimo, afirman que su finalidad principal y mayoritaria de la fotosíntesis es la producción de oxígeno, a la pregunta realice un dibujo del proceso de la fotosíntesis, el 37.5% de los estudiantes muestra el sol, las plantas,  $\text{CO}_2$  y  $\text{O}_2$  y el 58.3 % únicamente relaciona el sol y las plantas; sin intervención de los gases. Este trabajo por su similitud en la población de estudio, orienta sobre las posibles concepciones alternativas que pueden tener la población de este estudio. (Vega, et al., 2020),

## 5. Marco Teórico

En este tópico se hace una revisión a los conceptos necesarios para el desarrollo de la propuesta orientadora: ¿Cómo cambian las ideas previas del concepto de fotosíntesis, en estudiantes de grado octavo de la Institución Educativa Rural Giovanni Montini, del municipio de Manizales después de una intervención con metodología Escuela nueva? Se documentará cambio conceptual, fotosíntesis y Escuela nueva.

### 5.1. Cambio conceptual.

Se efectúa la revisión de cambio conceptual con la máxima de Max Planck citada por Pozo (1998), donde hace referencia a los cambios de paradigmas; reto de la didáctica de las ciencias.

Una nueva teoría no se impone porque los científicos se convenzan de ella, sino porque los que siguen abrazando las ideas antiguas van muriendo poco a poco y son sustituidos por una nueva generación que asimila las nuevas desde el principio (Pozo, 1998)

#### 5.1.1. Origen del Cambio Conceptual

La idea de cambio conceptual como teoría del aprendizaje de conceptos científicos se basa en el constructivismo y los presupuestos de Kuhn sobre la evolución de la ciencia. Los fundadores de esta teoría son Posner, Strike, Hewson y Gertzog quienes presentaron el 11 de septiembre de 1981 un artículo a la revista Science Education y en el que proponen pautas

análogas entre el cambio de los conceptos durante el desarrollo de la ciencia y el cambio conceptual producto de acomodar el aprendizaje de la ciencia de forma personal (Garriz, 2009)

Vosniadou (2009) han considerado el cambio conceptual como la transformación de las concepciones alternativas de los estudiantes hacia concepciones científicas o, al menos, hacia conceptos más cercanos a ellas. Pero:

la concepción misma del cambio conceptual se ha modificado a lo largo de la historia y hoy se cuenta con numerosos modelos del mismo, que abarcan desde las posiciones más radicales que proponen la sustitución total de las ideas previas por los conceptos científicos hasta propuestas que aceptan la modificación gradual y parcial de las ideas de los alumnos, llegando a considerar la coexistencia dual o múltiple de concepciones en el estudiante, cuyo uso estará determinado por el contexto social. (Vosniadou 2009).

Las ideas previas son construcciones que los sujetos elaboran para dar respuesta a su necesidad de interpretar fenómenos naturales o conceptos científicos, y para brindar explicaciones, descripciones o predicciones. Son construcciones personales, pero a la vez son universales y muy resistentes al cambio; muchas veces persisten a pesar de largos años de instrucción escolarizada (González, 2016). Si bien algunos autores consideran que pueden existir ideas previas relativamente aisladas (Mortimer, 1995), numerosos investigadores piensan que no son aisladas, sino que implican la formación de una red conceptual (o red semántica) o esquema de pensamiento más o menos coherente, pero diferente al esquema conceptual científico.

Para (Pozo J.I 1999). Las concepciones alternativas son teorías implícitas que los alumnos mantienen al enfrentarse a la mayor parte de los conceptos y fenómenos científicos, no son algo

arbitrario o casual, no son el resultado de un error, de una irregularidad o fallo de su sistema cognitivo, sino al contrario el producto de un aprendizaje en la mayor parte de los casos informal o implícito que tiene por objeto establecer regularidades en el mundo, hacerlo más previsible y controlable. Además buena parte de esas concepciones son también un producto cultural, bien porque constituyen representaciones socialmente compartidas, bien porque responden a un intento de dar sentido a actividades culturalmente organizadas.

En suma, las concepciones alternativas no son algo accidental o coyuntural, sino que tienen una naturaleza *estructural*, sistemática. Son el resultado de una mente o un sistema cognitivo que intenta dar sentido a un mundo definido por las relaciones entre los objetos físicos que pueblan el mundo y por las relaciones sociales y culturales que se establecen en torno a esos objetos. No es extraño, por tanto, que resulte tan difícil desembarazarse de ellas en la enseñanza, ya que conforman buena parte de nuestro *sentido común* e incluso de nuestra tradición cultural. Sin embargo, la enseñanza de la ciencia, si pretende que los alumnos compartan esas otras producciones culturales tan elaboradas que son los modelos y teorías de la ciencia, requiere superar o trascender esas representaciones de primera mano, un tanto superficiales, que nos ofrecen el sentido común y la cultura cotidiana. (Pozo & Gómez, 1998)

Sin embargo, un rasgo esencial de estas representaciones, según han señalado Rodrigo (1997) y Rodrigo y Correa (1998), es su carácter situacional.

Se trata de representaciones activadas para una situación específica, que, en muchos casos, se construyen o elaboran *ad hoc*, en respuesta a esas demandas contextuales, sin que necesariamente estén almacenadas de modo permanente o explícito en el sistema cognitivo del sujeto. En este sentido responderían a los rasgos representacionales de los modelos mentales.

(Pozo & Gómez, 1998), cualquier intento de enseñanza de las ciencias debe partir

del presupuesto de la existencia de las ideas previas.

El objetivo del aprendizaje significativo es que en la interacción entre los materiales de aprendizaje (el texto, la explicación, la experiencia, etc.) y los conocimientos previos activados para darle sentido, se modifiquen esos conocimientos previos, surja un nuevo conocimiento.

En general se asume que se trata de concepciones muy *persistentes* (se mantienen incluso tras muchos años de instrucción), *generalizadas* (las comparten personas de diversas culturas, edades y niveles educativos), de carácter más *implícito* que explícito (los alumnos las utilizan pero muchas veces no pueden verbalizarlas), relativamente coherentes (ya que el alumno las usa para afrontar situaciones diversas) y que en algunos casos guardan una notable similitud con concepciones ya superadas en la propia historia de las disciplinas científicas (Pozo & Gómez 1998).

Otra teoría del cambio conceptual, desarrollada por Chi (1992); Chi, Slotta Y De Leeuw, (1994) propone unos rasgos más precisos y detallados, al concebir que el cambio conceptual se hace necesario cuando existe una incompatibilidad ontológica entre la teoría científica y la teoría mantenida por el alumno.

Según este modelo:

las personas clasificamos todos los objetos del mundo en un número limitado de categorías ontológicas, a las que atribuimos unas propiedades determinadas. Cada vez que interpretamos que un hecho o un objeto pertenece a una determinada categoría ontológica (es una enfermedad, un proceso de evaporación o un pájaro), por el simple hecho de categorizarlo así, tenderemos a atribuirle una serie de características (si es un pájaro tendrá alas y volará, tendrá pico y plumas, se reproducirá mediante huevos, etc.). Estas categorías ontológicas sirven para interpretar el mundo que les rodea con bastante eficiencia y poder predictivo, ya que les permiten atribuir y predecir muchas

propiedades a objetos o situaciones nuevas a partir de su adscripción o categorización en entidades conocidas Chi (1992); Chi, Slotta Y De Leeuw, (1994).

Tamayo (2009) plantea la motivación y la metacognición como requisitos indispensables del cambio conceptual. De esto se deduce que en los estudios de cambio conceptual ya no es suficiente con determinar las concepciones alternativas, si no que se hace indispensable estudiar las motivaciones y el cómo llega el estudiante al cambio conceptual.

Como referente para el trabajo, se toma la postura que considera el cambio conceptual como la transformación de las ideas de los estudiantes hacia concepciones científicas o, al menos, hacia conceptos más cercanos a ellas. Vosniadou (2009). E ideas previas, como ideas que los alumnos mantienen al enfrentarse a la mayor parte de los conceptos y fenómenos científicos, no son algo arbitrario o casual, no son el resultado de un error, de una irregularidad o fallo de su sistema cognitivo, sino al contrario, el producto de un aprendizaje en la mayor parte de los casos informal o implícito que tiene por objeto establecer regularidades en el mundo, hacerlo más previsible y controlable. (Pozo J.I 1993).

### **5.1.2. Cambio conceptual sobre fotosíntesis.**

Sobre la didáctica de la fotosíntesis, se encuentran diversos estudios en los que se plantea la universalidad de las ideas previas, su permanencia durante todo el periodo de escolarización y su obstáculo en la enseñanza. Cañal, (1990); Charrier, et al., 2006);González, et al., (2009). Lo que concuerda con los estudios realizados sobre cambio conceptual de Oliva, (1999) y Pozo, (1993).

Desde la didáctica, es de gran interés establecer las concepciones de los estudiantes sobre el proceso de fotosíntesis. Algunas de las ideas más difundidas según Cañal (1990) son:

Gran parte de los estudiantes, sobre todo los más pequeños, piensan que las plantas obtienen todo su alimento del suelo, por medio de las raíces, las definiciones brindadas por los estudiantes en torno a la fotosíntesis guardan escasa relación con el concepto escolar. Por lo general mencionan que las plantas realizan la fotosíntesis para crecer, vivir. Desconocen la función de la hoja. Para muchos, éstas sirven para captar el agua de lluvia. Por lo general no mencionan la clorofila o desconocen su función y los que la nombran le atribuyen una gran variedad de funciones: 1) dar color a las hojas, 2) es la sangre de las plantas, 3) se combina con el dióxido de carbono para formar glucosa, 4) es una sustancia que atrae la luz y sirve de protección, 5) es un alimento, 6) se combina con el yodo para producir una sustancia de color negro, llamada almidón, 7) elabora los alimentos. Confunden el papel del dióxido de carbono y el oxígeno.

Los gases necesarios para la fotosíntesis son absorbidos por las raíces y tallos, no por las hojas. Confunden fotosíntesis con respiración. Por lo general desconocen si las plantas necesitan luz y en los casos en que la mencionan le atribuyen funciones como: vivir, crecer, tener buena salud, dar color a la Planta. Las transformaciones de energía solar en energía química por lo general no se mencionan, no obstante conocer que las plantas necesitan luz. Para muchos estudiantes la energía es un medio para producir calor. Desconocen dónde queda contenida la energía como resultado de la fotosíntesis.

En pocos casos se menciona la elaboración de hidratos de carbono en el proceso, en particular el almidón (Cañal, 1990).

Cañal, (1992), identifica los principales obstáculos en la construcción del conocimiento sobre la fotosíntesis como:

- Los aspectos problemáticos puestos de manifiesto en los estudios revisados sugieren la existencia de múltiples obstáculos en el aprendizaje y en la enseñanza sobre esta

materia, obstáculos que agrupa en los siguientes tipos:

- Obstáculos relacionados con la estructuración psicológica del conocimiento de los alumnos y alumnas.
- Se menciona, desde una perspectiva piagetiana clásica, la influencia de la capacidad operatoria de los estudiantes, atendiendo al carácter concreto o formal de los conceptos implicados.
- Influencia ejercida por los conocimientos de partida que posee el alumno. La existencia de aprendizajes previos incorrectos interfiere en la enseñanza de las ideas científicas, tanto cuando se trate de conceptos alternativos a los científicos como cuando las deficiencias se encuentren en conceptos básicos que constituyen un prerrequisito en el aprendizaje sobre la fotosíntesis.
- Factores relativos a la materia (campo conceptual de la nutrición de las plantas verdes)
- La nutrición de las plantas verdes es un campo conceptual realmente complejo, situado en la encrucijada de conocimientos procedentes de diversas ciencias.

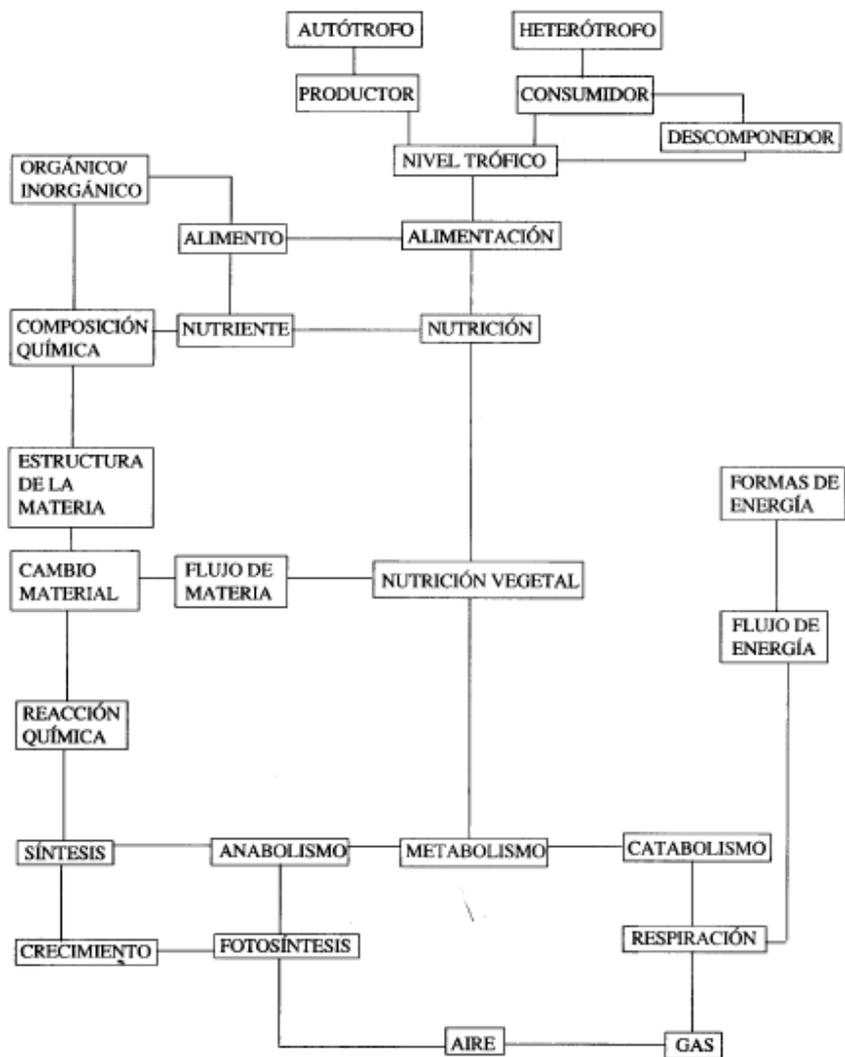


Figura 1. Malla conceptual sobre la nutrición de las plantas verdes. Tomada de Cañal (1992).

Algunos factores centrados en el profesor, Cañal, (1992).

- La orientación de los procesos de formación del profesorado, que daría lugar a unas concepciones epistemológico-didácticas frecuentemente inadecuadas. Se sugiere que el exceso de información poco relevante es uno de los factores más negativos en la enseñanza de la nutrición de las plantas verdes, imposibilitando la formación de una visión significativa de conjunto.
- Los profesores analizados se apoyan casi exclusivamente para realizar su programación,

en las sugerencias de los programas oficiales y los libros de texto, así como en diseños o experiencias de enseñanza de años anteriores. No hemos constatado la consulta de ningún material más específico sobre la temática de la unidad: artículos de revistas, libros que aporten ideas para los diseños, textos sobre el contenido de la unidad, etc.

- Es notoria en algunos casos la aportación de ideas erróneas, o potencialmente inductoras de aprendizajes indeseados, por el propio profesor o por las fuentes de información puestas a disposición de los alumnos, fundamentalmente libros de texto.
- No se especifica realmente qué se pretende enseñar, sino sólo sobre qué versará la enseñanza. Se indica, por ejemplo, como objetivo: que los alumnos comprendan el concepto de respiración, pero no se menciona qué concepto de respiración se pretende enseñar (como intercambio gaseoso, como oxigenación de la sangre o los tejidos, como “combustión”, como oxidación de carbohidratos, etc).
- Recurso casi exclusivo a las fuentes de información tradicionales: el profesor y los libros de texto. Cuando se considera al alumno como fuente de información, se hace exclusivamente como un requerimiento de la “técnica de exposición indirecta”, en la que el profesor construye su discurso aprovechando algunas de las ideas que aportan los alumnos, rechazando aquellas que considera inadecuadas. En cuanto al recurso a la propia realidad en estudio como fuente de información, mediatizada naturalmente por los esquemas de conocimiento de los alumnos, su empleo es mínimo y en los casos en que los profesores recurren por propia iniciativa a actividades de observación o experimentación parecen promoverlas más por el carácter motivacional que puedan poseer que por la relevancia en sí de la información que pueda proporcionar a los alumnos.

Wandersee (1983), hace una llamada de atención a la inducción de ideas erróneas sobre

la nutrición vegetal que hace la publicidad sobre fertilizantes, así como el medio familiar y la sociedad en general. Las ideas de sentido común, por otra parte, tienen también una fuerte incidencia (Battinger et al. 1988) (¿cómo el aire va a ser un alimento...?), así como el modelo de alimentación animal, de tipo heterótrofo (Junta de Andalucía. Consejería de Educación y Ciencia, 1992, pág. 55). Otros factores como exceso de información, la deficiente estructuración de la información en el currículo, las deficiencias en las guías del profesor del programa curricular. Muchos de los factores que se aducían en relación con la actuación de los profesores vuelven a mencionarse al considerar los efectos negativos achacables a las propuestas curriculares. Así, Stavy y otros (1987) mencionan el exceso de información, Bell y Brook (1984) y Battinger y otros (1988) la deficiente estructuración de la información en el currículo, Smith y Anderson (1984) las deficiencias en las guías del profesor del programa curricular. Barker y Carr (1989 a, b y c) proponen una reorientación general del currículo sobre la nutrición vegetal (Junta de Andalucía. Consejería de Educación y Ciencia, 1992, pág. 55).

Eisen y Stavy (1992, citados por Charrier et al., 2006), proponen un modelo de enseñanza que organiza los contenidos como la instrucción con el fin de cambiar las ideas preexistentes, así como para prevenir la aparición de nuevas. Partieron de la base de que los estudiantes tienen ideas con reminiscencias en las teorías científicas del pasado, esto es una visión aristotélica de la nutrición en plantas, o que el agua es el principal alimento, lo que nos remonta a van Helmont. En tal sentido su propuesta se relaciona con la historia de la ciencia. Los autores proponen una secuencia con un alto contenido químico.

Para González, et al., (2013) los niveles de organización conceptual sobre la fotosíntesis (Organismo, celular, ecosistema) encierran diferente grado de dificultad para el que aprende. Así, sería deseable que la

enseñanza hiciera evolucionar las ideas y modelos que emplean los alumnos, desde los más sencillos y evidentes, hasta otros más abstractos y complejos que el estudiante ha de ir contrastando con la realidad.

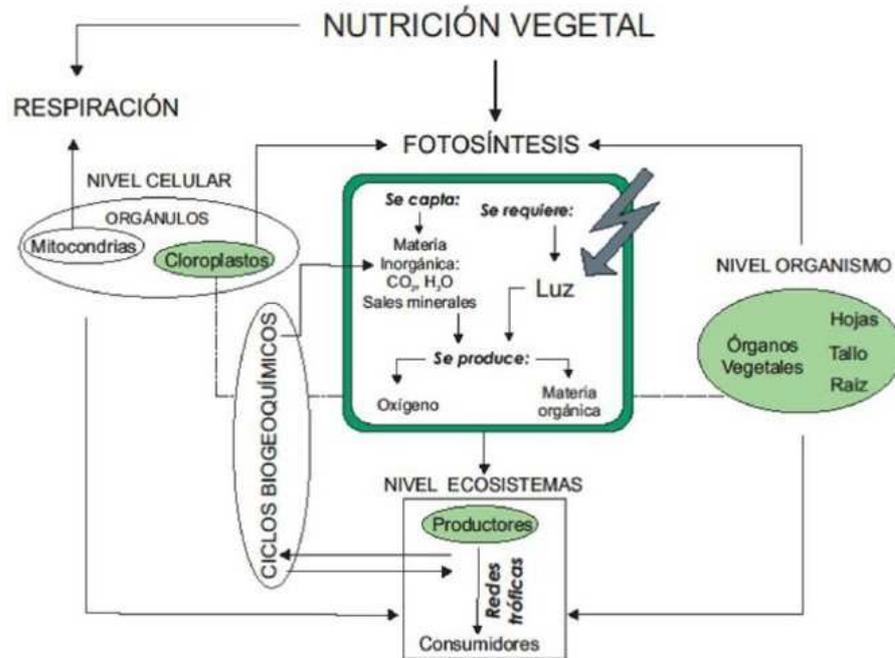


Figura 2. Esquema conceptual sobre la nutrición vegetal. Tomado de González, et al., (2013)

A pesar de que no se puede hablar de la existencia de un total paralelismo entre la evolución del conocimiento histórico y el proceso de aprendizaje, el acercamiento a las grandes, y no tan grandes, preguntas que impulsaron la investigación, y a las audaces y rigurosas pruebas que permitieron responderlas, así como al marco social y tecnológico que ha rodeado ese proceso, constituyen puntos de referencia para la enseñanza de las ciencias.

### 5.1.3. Evolución del conocimiento sobre la nutrición vegetal

El trabajo de González et al., (2009) reviste especial importancia, ya que de este se tomaron elementos para el análisis de resultados. Presenta una propuesta de selección y secuenciación de contenidos, tomando como referentes la perspectiva histórica y las ideas de los

estudiantes.

Desde la perspectiva histórica los autores identifican una serie de cuestiones claves que se suscitaron en cada momento y se resolvieron a lo largo de la historia. Estas cuestiones son: ¿De qué se *alimentan* los vegetales?, ¿Los vegetales también respiran?, ¿Cómo y dónde se producen los procesos de nutrición vegetal?, ¿La nutrición de los vegetales tiene repercusión en el entorno? Estas cuestiones se respondieron a partir de la evolución del conocimiento.

También se analiza el conocimiento previo que tienen los estudiantes sobre la nutrición vegetal agrupándolo en función de cuatro contenidos claves: la *alimentación* de las plantas, el proceso específico de fotosíntesis y su relación con la respiración, el lugar donde se produce la nutrición vegetal y la influencia de la nutrición vegetal en el entorno, es decir cuál es la influencia de las plantas para los demás niveles tróficos y para el medio ambiente en general.

Por último, realizan una propuesta de enseñanza sobre la nutrición vegetal enfocada en atender los niveles de tratamiento de la nutrición vegetal: individuo, celular y ecosistema. La propuesta de secuencia, se articula en torno a tres cuestiones clave que se plantearon previamente ¿De qué se alimentan las plantas?, ¿Cómo y dónde se produce la nutrición de la planta?, ¿Son importantes las plantas para el entorno? Además, la secuencia, contempla cinco niveles diferentes de complejidad, dirigidos a las diferentes etapas de la enseñanza obligatoria. En la tabla siguiente se especifican los aspectos correspondientes a cada nivel.

Tabla 1. Progresión conceptual de la Nutrición Vegetal. Tomado de González R et al (2009).

NIVEL	¿De qué se alimentan las plantas? ¿Cómo y dónde se produce la nutrición de la planta?	¿Son importantes las plantas para el entorno?
I	Las plantas absorben sustancias por las raíces (agua y sales). También necesitan luz y aire para crecer.	Las plantas son alimento para los animales
II	Las plantas absorben sustancias por las raíces (agua, sales) y el CO <sub>2</sub> del aire por las hojas. Estas sustancias en presencia de luz se transforman en las hojas originando sus materiales –fotosíntesis-, que constituyen las hojas, las flores...	Las plantas son alimento para los animales, ya que elaboran materiales que ellos no pueden fabricar.
III	Las plantas durante la fotosíntesis producen O <sub>2</sub> como sustancia de desecho que eliminan por las hojas.  Las sustancias absorbidas por la planta -sustancias inorgánicas- se transforman mediante la fotosíntesis en sustancias orgánicas que no solo las utilizan para formar sus estructuras (hojas, flores...), sino también para producir energía mediante la respiración. Para ello necesitan O <sub>2</sub> y desprenden CO <sub>2</sub> por las hojas, como producto de desecho.	El O <sub>2</sub> expulsado por las plantas al aire es utilizado por los animales para respirar  Las plantas proporcionan a otros seres vivos la materia orgánica, que les sirve para fabricar estructuras y obtener energía. Por ello representan en el ecosistema, el primer nivel de las cadenas tróficas (productores primarios).
IV	La fotosíntesis se realiza en las células de las partes verdes de la planta. Para ello es necesario que el H <sub>2</sub> O y las sales minerales sean transportados hasta ellas desde las raíces.  Las sustancias orgánicas elaboradas en la fotosíntesis, a su vez han de ser transportados a las células de toda la planta, donde se elaboran las sustancias orgánicas propias y se produce la respiración.	Las plantas son organismos -autótrofos-, ya que elaboran materia orgánica a partir de materia inorgánica. Esta materia orgánica es imprescindible para que otros organismos obtengan materia y energía -heterótrofos-. Por ello, representan la vía de entrada de la energía y la materia en el ecosistema.
V	La fotosíntesis se realiza en unos orgánulos específicos de las células vegetales -los cloroplastos-, mientras que, la respiración se realiza en otros orgánulos que también están presentes en las células animales -las mitocondrias-.	Las plantas al constituir la vía de entrada de materia y de energía en el ecosistema, son organismos esenciales en los ciclos biogeoquímicos, contribuyendo al equilibrio del mismo.

## 5.2. La fotosíntesis.

El modelo de la fotosíntesis ha cambiado como consecuencia de los desarrollos científicos y cambios sociales generados a lo largo de la historia. Pasando de una *teoría del humus*, hasta una serie de complejas reacciones bioquímicas que ocurren a nivel celular las cuales proporcionan la energía y materia necesaria para el funcionamiento de las plantas y

otro pequeño grupo de organismos. Al mismo tiempo que es responsables de la entrada de energía en el ecosistema (González et al., 2014); pasando de un modelo organismo a uno ecosistema (Charrier et al., 2006).

La evolución del concepto de fotosíntesis ha sido un proceso gradual y complejo como se evidencia en diferentes revisiones (Charrier, 2006; Cañal, 1990; 1992) en el cual se han resuelto los principales enigmas surgidos a través de la historia.

González, et al., (2014) han dividido la construcción del conocimiento de la fotosíntesis en cinco etapas:

### **Etapa 1. Grecia clásica y edad media.**

¿Cómo es posible que unas sustancias que reúnen unas características diferenciadas de las que constituyen el cuerpo del ser que se alimenta, lleguen a formar parte de ese cuerpo y así producir su crecimiento?

La primera respuesta a este problema la formula Hipócrates y a continuación Aristóteles, con la “teoría del humus”:

### **Etapa 2 Siglos XVI y XVII.**

Se generaliza que el agua es fuente de alimento del vegetal gracias al primer experimento de fisiología vegetal realizado por el médico flamenco Van Helmont, J.

Algunos años más tarde, Malpighi y Mariotte proponen que además del agua, también las sales minerales intervienen como alimento de las plantas verdes.

En la segunda mitad del siglo XVII Major y Perrault, que comparan la circulación de la savia, con la circulación sanguínea propuesta por Harvey.

### **Etapa 3 Siglo XVIII**

En 1727 el botánico Stephen Hales, describe como las plantas utilizan principalmente el aire para alimentarse durante su desarrollo.

Joseph Priestley, llegó a la conclusión de que las plantas respiran pero con un intercambio gaseoso inverso al de los animales, es decir consumen CO<sub>2</sub> y desprenden O<sub>2</sub>. Años más tarde, el holandés Ingen- Housz, detectó que el ingrediente nutritivo del aire para la planta es el CO<sub>2</sub>, demostrando además que esa absorción no se produce en la oscuridad sino que necesita “luz”.

Por lo tanto, se añade a los hallazgos de Priestley, que el desprendimiento de oxígeno se produce únicamente con luz solar, y que sólo las partes verdes de la planta realizan dicho proceso, interpretando que:

### **Etapa 4 Siglo XIX**

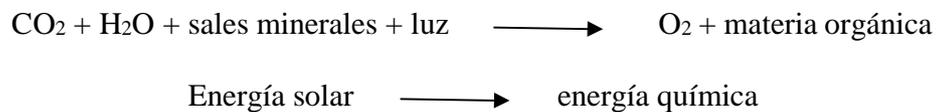
¿De dónde procede el oxígeno que desprenden las plantas? ¿Cómo se produce la captación y cómo emplea la planta la luz solar? ¿Cuál es la sustancia que da color verde a las plantas y qué función tiene? ¿Es realmente necesario el humus para la nutrición de las plantas? ¿Qué naturaleza química tienen los primeros productos que se forman? ¿Respiran las plantas de forma diferente a los animales?

Algunas de estas cuestiones obtienen respuesta rápidamente. En concreto, Pelletier y Caventou en 1817 aíslan de las hojas el compuesto responsable de su color verde, al que llamaron “*clorofila*”, a su vez Robert Mayer en 1845, señala que las plantas transforman la energía de la luz solar en energía química. Se postula la “*teoría de la función clorofílica*”.

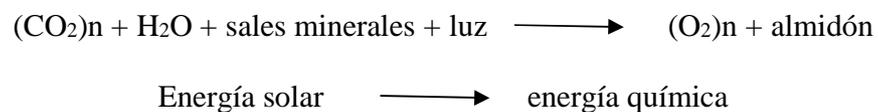
Definiéndola como:

- En presencia de luz solar, una planta toma el CO<sub>2</sub> y lo combina con agua, para formar sus tejidos, liberando O<sub>2</sub> en el proceso.

En 1864 Boussingault, llevó a cabo determinaciones precisas para conocer la relación entre el CO<sub>2</sub> consumido y el O<sub>2</sub> desprendido durante la fotosíntesis – relación fotosintética- comprobando que tal relación es prácticamente la unidad. Este hecho supuso la necesidad de representar el proceso de la fotosíntesis, mediante una nueva ecuación:



A finales del siglo XIX Engelman determina que las clorofilas son los pigmentos activos (fotorreceptores) en la fotosíntesis y con ello se impulsa la hipótesis del formaldehído como primer producto del proceso (Hall & Rao, 1977).



A finales de ese siglo Strasburger mostró de forma experimental, como se produce la circulación ascendente de la savia bruta por los vasos del xilema. Las plantas respiran como los animales, tanto durante el día como durante la noche, existiendo en las plantas intercambios de gases respiratorios y fotosintéticos de forma paralela.

### **Etapas 5 Siglo XX**

Se produce evidencia que la fotosíntesis tiene lugar dentro de los “cloroplastos”, y que la clorofila es esencial para este proceso.

En 1939 llevó a cabo estudios que permitieron apoyar la hipótesis de Van Niel (1900) sobre la fotólisis del agua, descubriéndose así el origen del O<sub>2</sub> que expulsan los vegetales.

La utilización del C14 permitió a Calvin y Benson (1948) identificar al ácido 3-fosfoglicérico como primer producto estable de la fotosíntesis. A partir de esta identificación Calvin fue descifrando y describiendo las reacciones implicadas en este proceso, que se conocen como “*ciclo de Calvin*”.

En (1941), el químico Lipman consigue identificar ciertos compuestos de fosfato formados en el curso del metabolismo, que acumulan considerables cantidades de energía en el enlace que conecta el grupo fosfato con el resto de la molécula.

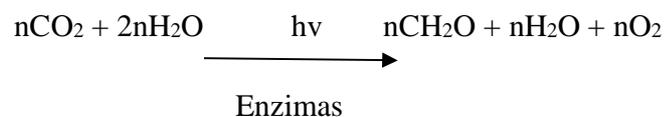
En la actualidad, el proceso de fotosíntesis se encuentra descrito en casi cualquier texto de biología.

(González, et al., 2014)

Sáenz, (2012), en su trabajo para optar el título de Magister en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales, realiza el siguiente recuento sobre la fotosíntesis.

La fotosíntesis es el único mecanismo de entrada de energía para la biosfera (con excepción de los procesos que realizan algunas bacterias quimio-sintéticas que obtienen energía de la oxidación de sustratos inorgánicos). La fotosíntesis incluye reacciones de óxido-reducción. Básicamente en el proceso de oxidación la molécula de agua libera electrones con producción de oxígeno y la reducción del dióxido de carbono para formar carbohidratos (Salisbury y Ross, 1994). La fotosíntesis es importante para el hombre, entre otros aspectos, porque mediante ella se producen alimentos y oxígeno (Barceló et al., 1983). Pero además, de forma directa o indirecta ella alimenta casi la totalidad del mundo vivo en el planeta. Los primeros organismos foto-sintetizadores probablemente

aparecieron hace tres mil o tres mil quinientos millones de años. A medida que ellos proliferaron fueron estableciendo interdependencias y relaciones que no solo los transformaron sino que cambiaron el aspecto del planeta. Los organismos antiguos vivían en un medio sin oxígeno libre en la atmosfera, que estaba compuesta en gran porcentaje por hidrogeno. El oxígeno, inclusive sería toxico para estos organismos primitivos, como lo es actualmente para los anaerobios. La energía era adquirida por procesos como la fermentación o la glucólisis, que debieron propiciar la acumulación paulatina de dióxido de carbono en la atmosfera primitiva. Si los seres vivos utilizaban directamente la energía solar, usando dióxido de carbono y liberando oxígeno, seguramente aprovechaban los recursos de su medio de forma más eficiente, marcando un hito en la historia y evolución de la vida en el planeta. La condición para realizar la fotosíntesis es la absorción de fotones, partículas cuánticas por parte de ciertos pigmentos (Curtis y Barnes, 2001). La fotosíntesis es un proceso endergónico porque se necesita la participación de la energía radiante del sol para iniciar la cadena de reacciones que llevan a la formación de los compuestos orgánicos que almacena el organismo. La reacción global de la fotosíntesis es:



(CH<sub>2</sub>O)<sub>n</sub> es una manera abreviada de representar al almidón u otros carbohidratos mediante una fórmula empírica. El almidón es el producto de la fotosíntesis más abundante. La fotosíntesis se ve afectada por diferentes factores medioambientales, como la intensidad y calidad de la luz, la humedad del aire, la temperatura, la disponibilidad de agua, de nutrientes minerales y de dióxido de carbono. La fotosíntesis de una sola hoja se

apoya en más de cincuenta reacciones individuales, cada una dependiente de las variables ambientales.

De la capacidad que las plantas manifiesten para compensar los efectos ambientales, depende su rendimiento y supervivencia en un medio ambiente determinado. La tasa de fotosíntesis puede variar en las próximas décadas dependiendo de las respuestas adaptativas a los niveles cambiantes de CO<sub>2</sub>, que incluyen desde respuestas directas al propio CO<sub>2</sub> hasta respuestas indirectas debidas a los cambios de temperatura y del régimen hídrico que pueden ocurrir en el futuro

Los organelos celulares donde ocurre la fotosíntesis son los cloroplastos. Su ubicación se ilustra en la Imagen 3, el tamaño y la forma de los cloroplastos varía; ellos se originan a partir de estructuras conocidas como protoplastidios (cloroplastos jóvenes), dividiéndose a medida en que se desarrolla el embrión. Los cloroplastos se encuentran envueltos por un juego doble de membranas controladoras del tránsito hacia afuera y hacia adentro de las moléculas. Internamente están constituidos por un material gelatinoso rico en enzimas denominado estroma. Es aquí donde ocurre la reacción de conversión del dióxido de carbono en carbohidratos. Los cloroplastos poseen membranas laminares y en forma de sacos cerrados aplanados, como vesículas, llamados tilacoides. Los tilacoides forman pilas denominadas grana, que están comunicados entre sí por otros tilacoides de forma más alargada. En las membranas tilacoidales están las clorofilas y otros pigmentos que participan en la absorción de la luz, enzimas para el transporte de electrones y el factor de acoplamiento para la formación de ATP. Los principales pigmentos presentes en las membranas tilacoides son la clorofila a y la clorofila b. a su vez se encuentran otros pigmentos llamados carotenos y xantofilas (Sáenz, 2012, págs. 6-7)

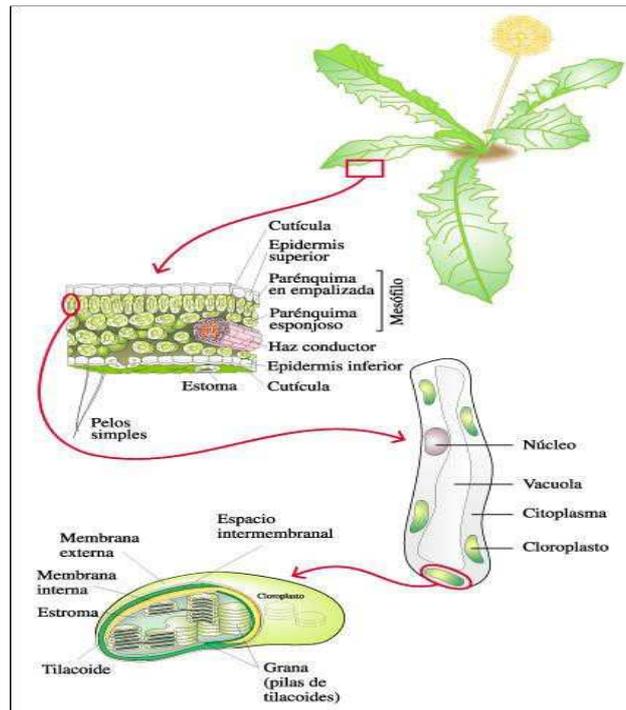


Figura 3. Los cloroplastos y su ubicación celular.

Curtis, H. y S. Barnes, *Biología, Sexta edición, Editorial Médica Panamericana citado por Sáenz, (2012),*

Para que la energía luminosa pueda ser utilizada por los seres vivos, debe ser absorbida por los pigmentos fotosintéticos. Estos pigmentos son sustancias capaces de absorber la luz, en determinadas longitudes de onda, así, por ejemplo, la clorofila es el pigmento que le da el característico color verde a las plantas, absorbe la luz en longitudes de onda correspondientes al violeta, al azul y al rojo, reflejando la luz verde

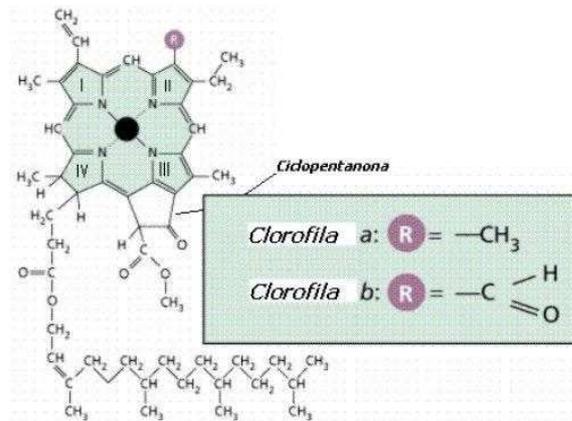


Figura 4. Estructura de la molécula de clorofila.

Cogua, J. *Curso virtual de fisiología vegetal*. Bogotá, D. C.: Universidad Nacional de Colombia citado por Sáenz (2012)

La clorofila es un compuesto del tipo tetrapirrol, es decir, consta de cuatro anillos de pirrol unidos por puentes de metilo que constituyen la porfirina. El tetrapirrol es la estructura básica de la porfirina, que al igual que en la clorofila, es parte de la hemoglobina y el citocromo. Imagen 4. En el centro de la estructura se halla un elemento metálico (el magnesio). El anillo IV se esterifica con un alcohol (el fitol), compuesto por una serie de veinte carbonos con un doble enlace. Es esta “cola” de naturaleza cerosa la que hace que el pigmento sea insoluble en agua, pero soluble en algunos solventes orgánicos. De aquí la naturaleza doble de la clorofila con el centro de la porfirina hidrófilo y el fitol hidrófobo.

En la figura, la curva superior muestra el espectro de acción de la fotosíntesis, y las curvas inferiores, los espectros de absorción para distintos pigmentos: la clorofila a, la clorofila b y los carotenoides que se encuentran dentro del cloroplasto.

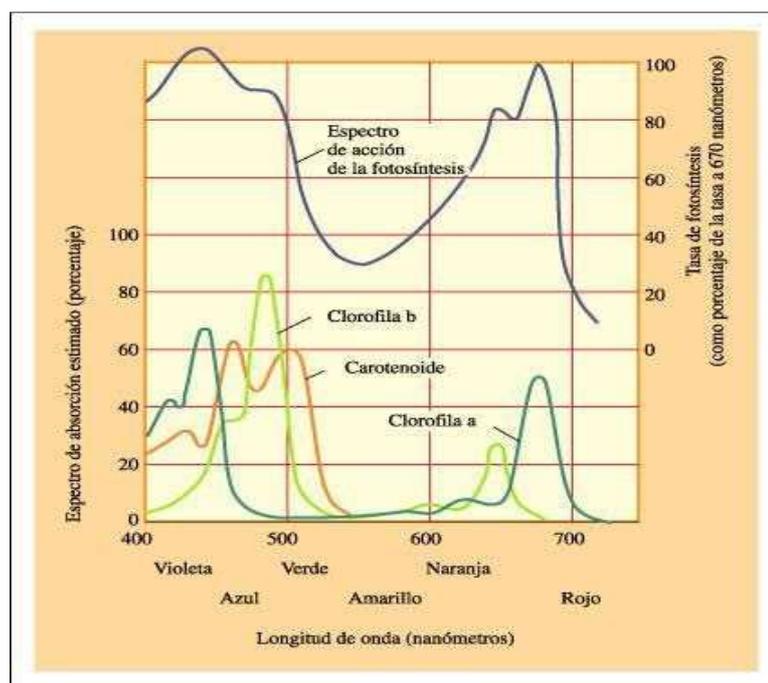


Figura 5. Absorción del espectro de luz disponible para realizar fotosíntesis.

Curtis, H. y S. Barnes, *Biología, Sexta edición, Editorial Médica Panamericana* citado por Sáenz (2012)

Como ya se mencionó la clorofila a es el pigmento relacionado de forma directa con la conversión de energía luminosa en energía química. Sin embargo, también se encuentra otro tipo de clorofila, la clorofila b y los pigmentos denominados carotenoides, los cuales son rojos, anaranjados o amarillos, que en las hojas verdes se enmascaran por la abundancia de clorofilas. Estos pigmentos accesorios a la clorofila, le permiten a las plantas absorber una gama más amplia del espectro de luz disponible para realizar fotosíntesis, actuando como receptores que transfieren energía, como se muestra en la imagen 5. Existe igualmente la clorofila c, que se halla en algas pardas. En algas rojas se ha encontrado clorofila d. Finalmente hay un tipo de clorofila (bacterioclorofila) que es el pigmento de las bacterias fototróficas.

Los pigmentos amarillos y rojos conocidos como carotenoides tienen un sistema de dobles enlaces conjugados formado por átomos de carbono, son compuestos insolubles en

agua, aunque si en solventes grasos. Se dividen en hidrocarburos insaturados o carotenos y en derivados oxigenados llamados xantofilas. En las plantas se encuentra un carotenoide llamado beta-caroteno. Estos son pigmentos de color rojo, anaranjado o amarillo. Los carotenoides participantes de la fotosíntesis, se denominan carotenoides primarios, a diferencia de los que se encuentran en flores y frutos conformando cromoplastos, y en heterótrofos como bacterias, levaduras y hongos.

Como se señaló anteriormente, la unidad fotosintética estructural en los eucariotas son los cloroplastos, ubicados principalmente en las hojas. Los tejidos internos de cada hoja se encuentran tapizados por células epidérmicas, cubiertas por la cutícula, una capa cerosa. El oxígeno y el dióxido de carbono ingresan a las hojas a través de poros especiales llamados estomas. Un porcentaje alto de la fotosíntesis se realiza en las células del parénquima de empalizada, que se encuentra bajo la epidermis y constituye el mesófilo. Los cloroplastos se orientan en el interior de las células para facilitar que las membranas de los tilacoides capturen la luz por (Curtis y Barnes, 2001).

El fisiólogo inglés F. F. Blackman tras desarrollar diferentes experimentos, sugirió que en el proceso fotosintético se presentan por lo menos dos factores limitantes: La intensidad lumínica y la temperatura. Por lo cual existe un grupo de reacciones que es dependiente de la luz pero independiente de la temperatura, como se observa en el esquema global de la fotosíntesis imagen 4 (Curtis y Barnes, 2001). En las experiencias de Blackman las reacciones que dependían de la temperatura incrementaban su velocidad, solamente hasta alrededor de los 30°C. Luego la velocidad disminuía. Con base en la evidencia experimental hallada se dedujo que estas reacciones eran controladas por enzimas, pues es la forma en que se espera que las enzimas respondan a la temperatura.

Esto contribuyó a diferenciar una etapa de reacciones lumínicas, dependiente de la luz y una etapa enzimática, independiente de la luz, o de reacciones “oscuras”. Estas últimas reacciones necesitan de los productos químicos sintetizados en las reacciones “lumínicas”, pero pueden ocurrir tanto en la luz como en la oscuridad (Curtis y Barnes,2001).

Las reacciones lumínicas se puede sintetizar así: los pigmentos que absorben la luz se dividen en dos grupos, los que absorben y transfieren la energía hacia el centro de reacción y los que conforman este centro de reacción que constituyen un tipo particular de moléculas de clorofila (clorofila a P 680 y P700) y que ejecutan la reacción fotoquímica (Melgarejo, 2010).

(Sáenz, 2012).

Para terminar, se describirán algunos de los conceptos sobre fotosíntesis en los textos de ciencias naturales de grado sexto expuesto por Figueroa (2012).

Expone que el concepto de fotosíntesis ha variado significativamente en los textos escolares durante los últimos años, sin embargo es lamentable la pobreza científica con la que se refieren a él, incluso introduciendo conceptos erróneos como se detalla en ‘Descubrir 6°’(1989) de la Editorial Norma, en la cual se afirma que “la fotosíntesis es el proceso inverso de la respiración”, concepto ampliamente difundido entre los estudiantes y perpetuado muchas veces por los docentes.

Para los demás textos, el concepto hace referencia a los niveles celular y organismo, sin hacer alusión al nivel ecosistema, el cual es abordado claramente en el concepto de fotosíntesis de la comunidad científica.

Tabla 2. Cuadro comparativo del concepto de fotosíntesis en los textos de ciencias naturales de sexto grado. Figueroa, 2012.

TEXTO ESCOLAR	AUTOR (ES)	AÑO	PÁGINA	CONCEPTO	EDITORIAL
Descubrir 6°	Gabriel Roldán Pérez. Luis Velásquez Vásquez. Tito Machado Cartagena.	1989	113	La fotosíntesis es el proceso inverso al proceso de respiración	Norma
Descubrir 6°	Gabriel Roldán Pérez. Luis Velásquez Vásquez. Tito Machado Cartagena.	1996	122	En las plantas, el fenómeno de la respiración (Catabolismo) es permanente, tanto en el día como en la noche; mientras que el fenómeno de la fotosíntesis (Anabolismo) requiere de luz solar para su realización.	Norma
Conciencia 6°	Gabriel Roldán Pérez. Luis Velásquez Vásquez. Tito Machado Cartagena.	2000	41	En la fotosíntesis las plantas convierten la energía luminica del sol en alimentos ricos en energía utilizable por los seres vivos. Para ellos usan agua y gas carbónico del medio. Estos dos componentes al ponerse en contacto con la luz solar y en presencia de la clorofila se reorganizan formando azúcares y liberando oxígeno como producto de desecho. La fotosíntesis ocurre en los cloroplastos de las células.	Norma
Tierra 6°	Clara Sánchez S. Henry Gómez S.	1999	104	Es el proceso que hace posible que las plantas y algunos microorganismos fabriquen su propio alimento , para ello utilizan agua y gas carbónico, que al ponerse en contacto dentro de la molécula de clorofila, y en presencia de luz solar, se reorganizan para formar azúcares y oxígeno en grandes cantidades	Libros y Libres
Ciencias Naturales 6°	Nubia Elsy Samanca Prieto.	2000	68	Cuando la sabia bruta entra en contacto con el dióxido de carbono	Santillana
<b>CONCEPTO DE LA COMUNIDAD CIENTÍFICA</b>					
<p>Es el proceso en virtud del cual los organismos con clorofila o pigmentos fotosintéticos, como las plantas verdes, las algas y algunas bacterias, capturan energía en forma de luz y la transforman en energía química. Prácticamente toda la energía que consume la vida de la biosfera terrestre del planeta en la cual hay vida procede de la fotosíntesis.</p> <p>La fotosíntesis se realiza en dos etapas: una serie de reacciones que dependen de la luz y son independientes de la temperatura, y otra serie que dependen de la temperatura y son independientes de la luz. La velocidad de la primera etapa, llamada reacción luminica, aumenta con la intensidad luminosa (dentro de ciertos límites), pero no con la temperatura. En la segunda etapa, llamada reacción en la oscuridad, la velocidad aumenta con la temperatura (dentro de ciertos límites), pero no con la intensidad luminosa.</p>					

### **5.3. Modelo Escuela nueva.**

Fue creado por Vicky Colbert, Beryl Levinger y Oscar Mogollón y comenzó a implementarse en 1976 en escuelas del Norte de Santander, Boyacá y Cundinamarca, como respuesta al acceso a la educación y las necesidades de la población rural del país.

Ossa, (2009), El modelo Escuela nueva es una innovación de educación básica que integra, de manera sistémica, estrategias curriculares, comunitarias, de capacitación, seguimiento y administración, para impactar a niños y niñas, profesores, agentes administrativos, familias y comunidades. Promueve un aprendizaje activo, participativo, cooperativo y centrado en el estudiante, un fortalecimiento de la relación escuela-comunidad y un mecanismo de promoción flexible adaptado a las condiciones y necesidades de la niñez más vulnerable. El modelo Escuela nueva aporta estrategias, metodologías y recursos para promover efectivamente en los docentes y estudiantes la vivencia y la apropiación de valores ciudadanos, la construcción de conocimientos, las habilidades para la interacción y la convivencia, el desarrollo de liderazgo, el trabajo en equipo, la autonomía, la autorregulación y la autoestima.

Escuela nueva es un modelo educativo dirigido, principalmente, a la escuela multigrado de las zonas rurales, caracterizadas por la alta dispersión de su población; por tal razón, en estas sedes educativas los niños y niñas de tres o más grados cuentan con un solo docente que orienta su proceso de aprendizaje. Este modelo educativo surgió en Colombia hace aproximadamente 35 años. Desde entonces ha sido enriquecido por equipos de educadores que han integrado las propuestas teóricas de la pedagogía activa con aprendizajes de sus vivencias y sus prácticas en el aula. Entre los educadores de la Básica Primaria circulan ampliamente diversos documentos y materiales con

información sobre las bases conceptuales, históricas y los resultados de evaluación. En Colombia, actualmente existen cerca de 25 313 establecimientos educativos que implementan Escuela nueva, con una matrícula de 812 580 estudiantes.

Actualmente, se considera Escuela nueva como un modelo educativo porque presenta de manera explícita una propuesta pedagógica (activa), una propuesta metodológica (cuenta con un componente curricular, uno organizativo administrativo, uno de interacción comunitaria) y una propuesta didáctica (cartillas con unidades y guías, las cuales desarrollan una secuencia didáctica). Estos componentes son coherentes entre sí y hacen de Escuela nueva un modelo pertinente para atender necesidades del país; le permiten desarrollar algunas de las políticas, planes y proyectos sociales, ofrecer educación básica completa con calidad y equidad y cumplir las metas de atención a los niños y niñas de la zona rural dispersa.

La decisión de implementar Escuela nueva en el país conlleva un proceso de capacitación y acompañamiento, la dotación de materiales y medios para la organización de un centro de recursos de aprendizaje, y la aplicación de unas estrategias de seguimiento, evaluación y mejoramiento. Por esa solidez del modelo, varios gobiernos han destinado recursos estatales para alcanzar, a través de él, objetivos que promueven el bienestar social, la justicia, la equidad y la paz. Los educadores, por su parte, saben que les corresponde profundizar, explicitar y difundir el contenido, el significado y la estructura de cada componente. En cuanto a la propuesta pedagógica, Escuela nueva tiene en cuenta y estructura las variables destacadas por las pedagogías activas, sugiere líneas de investigación y procedimientos concretos de actuación en el campo educativo. Con el paso del tiempo, ha incorporado elementos conceptuales de las pedagogías contemporáneas que avanzan de lo activo a lo interactivo. Las teorías pedagógicas

señalan los horizontes educativos y los enfoques; y los modelos pedagógicos permiten establecer metas de formación y caminos para alcanzarlas. Las cartillas se basan en principios pedagógicos sobre aspectos como: la construcción social de los conocimientos; la importancia de los contextos para lograr aprendizajes significativos; la función de las interacciones entre docentes, estudiantes y conocimientos en el aula; la necesidad de atender diferentes ritmos de aprendizaje; el carácter formativo, participativo y permanente de la evaluación; la contribución de todas las áreas al desarrollo de las competencias; y la importancia de cultivar la creatividad y el pensamiento divergente.

En cuanto a la propuesta metodológica, Escuela nueva se constituye en el contexto que convoca a los integrantes de la comunidad educativa (docentes, directivos docentes, estudiantes, familia, organizaciones comunitarias y productivas) para que entre todos se desarrollen, adapten y cualifiquen sus procesos de enseñanza y aprendizaje; el currículo de Escuela nueva permite que sea incluido y articulado al PEI y en este marco se desarrollen los proyectos pedagógicos transversales (educación para la sexualidad y construcción de ciudadanía, educación en derechos humanos y educación ambiental). En la implementación de este modelo juegan un papel prioritario los procesos de dirección y gestión administrativa, unos procedimientos y estrategias para trabajar coordinada y solidariamente con la comunidad. La didáctica en Escuela nueva es una de las fortalezas. Es coherente con la metodología de aprendizaje colaborativo, que reconoce como indispensables y valiosas las funciones de los estudiantes, los docentes y los conocimientos. Dentro de la metodología de escuela nueva las guías de interaprendizaje desempeñan un papel fundamental.

Estas guías de aprendizaje son instrumentos escritos que facilitan centrar el proceso de

aprendizaje en los estudiantes, de acuerdo con sus ritmos, le permiten al maestro mejorar sus prácticas pedagógicas y cualificar su labor como maestro, liberándolo de dar instrucciones rutinarias y permitiéndole recobrar su rol de conductor de la clase. Éstas inculcan hábitos de investigación para que los niños se interesen por analizar lo que los rodea, por conocer su medio ambiente y la naturaleza. Cada uno de los pasos metodológicos de las guías busca desarrollar un aprendizaje activo, por esta razón se debe tratar de desarrollar correctamente el proceso diseñado. El estilo del diseño de las guías requiere la participación del docente como orientador, quien asegura un proceso de enseñanza y aprendizaje comprensivo, no memorístico. (Guzmán, 2014). Las guías de aprendizaje son uno de los cuatro elementos que conforman el componente curricular del modelo, siendo estas el centro del proceso.

Las guías son textos interactivos, que centran el proceso de aprendizaje en el estudiante a través de actividades coherentes e interrelacionadas entre sí puesto que facilitan: apropiación, práctica y aplicación de contenidos específicos necesarios para el desempeño de un estudiante en cualquier contexto. Los procesos que se general a través de las guías de interaprendizaje tienen la potencialidad de proporcionar a los estudiantes la capacidad para el dominio de los códigos esenciales para el desempeño exitoso en la vida y para la vida: Manejo de las operaciones básicas matemáticas, habilidades comunicativas, competencias científicas, laborales, y uso de elementos tecnológicos, las capacidades de la participación democrática y ciudadana, capacidad para resolver problemas y seguir aprendiendo, y el desarrollo de valores y aptitudes acordes con una sociedad que desea una vida de calidad para todos sus habitantes.

Ossa, (2009).

La guía de interaprendizaje posee una estructura que organiza y posibilita el trabajo de los procesos de interaprendizaje de una manera secuencial y sistemática, haciendo viables las políticas educativas, expresadas a través de instrumentos tales como: estándares de competencias básicas, enfoques y lineamientos curriculares. La estructura de la guía de interaprendizaje es la siguiente: Unidades: (título, logros), Guías (título, logros) y actividades (Propuestas orientadas a través del proceso metodológico).

El proceso metodológico que poseen los materiales de interaprendizaje tienen fundamentos basados en el desarrollo de las etapas de la inteligencia sustentadas por Piaget. En el ciclo de primaria los estudiantes han acumulado una serie de conocimientos y prácticas que le permiten trascender de la etapa de operaciones concretas, a la etapa de operaciones formales. El módulo como medio impreso, integra las actividades propias del proceso de aprendizaje, respondiendo a intereses, capacidades, niveles de desempeño. Metodológicamente el módulo desarrolla procesos investigativos que permiten al estudiante avanzar en diferentes momentos al objeto de conocimiento, ya que tanto unidades, guías, actividades, se integran, de manera sincrónica, para la apropiación de los aprendizajes. Para el desarrollo de una guía de interaprendizaje, la metodología prevé una secuencia lógica de actividades que en su orden se denominan: A vivencias, B fundamentación científica, C actividades de ejercitación, D actividades de aplicación, D actividades de complementación o ampliación. Gallego, (2003).

Gallego, (2003). Describe los momentos A, B, C, D, E de la guía de interaprendizaje de la siguiente forma:

Primer momento: vivencias. Parte de una etapa de exploración en la que se identifican los conocimientos previos, las actitudes y expectativas, sea cual fuese su grado de

procedencia y nivel de formación. Esta experiencia de valoración de aprendizaje acumulado o inventario de logros de vida personal, lo denominamos VIVENCIAS, la cual replantea y dimensiona la actividad básica, la que hace parte del proceso propuesto para los grados de primaria.

Nivel de desempeño: Reconocimiento.

Segundo momento: fundamentación científica. Logrado el primer momento de reconocimiento de aprendizajes adquiridos (VIVENCIAS), el proceso continúa el acercamiento a nivel de la conceptualización a través de una etapa de fundamentación y documentación CIENTÍFICA, bien sea por medio de lecturas, documentos u otros, en la cual se ofrece al estudiante información teórica sobre principios, leyes, normas, conceptos que explican, dan razón o fundamentan el tema central, mediante formas didácticas y pedagógicas propias de su edad y del grado de abstracción ideológica.

La fase de fundamentación científica, amplía, fundamenta, explica, clasifica, da respuestas científicas a los conocimientos acumulados; retoma y profundiza las vivencias del estudiante.

En el sexto grado de Educación Básica Secundaria, (de los 12 años en adelante) el niño está concluyendo la etapa de las operaciones concretas y se está adentrando en la etapa de las operaciones formales, hecho que lo habilita para procesar conocimientos a un nivel formal (etapa de operaciones de abstracción). En síntesis, la lectura o la información documentada, aporta al estudiante nuevos conocimientos, científicamente válidos para que al asimilarlos los reutilice, compruebe y aplique.

Como ayuda para la asimilación de los conceptos abordados en la fase de fundamentación científica, el módulo incluye un GLOSARIO de términos técnicos y científicos.

Competencias que privilegia: Interpretativa, cognitiva, conceptual, inferencial. Nivel de desempeño: Reconocimiento.

El tercer momento: ejercitación. La actividad de ejercitación permite el uso de los conocimientos adquiridos en las fases anteriores. Este nivel de reutilización del conocimiento, supera las operaciones concretas enunciadas por Jean Piaget, sin que necesariamente tengan que descartarse o eliminarse, se habilita al estudiante para el manejo de operaciones formales que trascienden notablemente los procesos mentales de asimilación, concreción, adaptación y aplicación de lo aprendido.

El análisis, la reflexión, la síntesis, la argumentación, la conceptualización son actividades propias de la ejercitación, ya que se busca a través de ella que el estudiante desarrolle destrezas para la identificación y concreción de situaciones problemáticas, abarque contextos, perciba causas, efectos y hechos.

En este momento se hace énfasis en la reconstrucción de situaciones, en la organización de la información escrita y en el buen manejo del análisis y de la síntesis, así como en la descripción de eventos y en la representación de sucesos cotidianos que conforman la vida social, cultural y familiar del estudiante.

En este ejercicio de orden práctico, juega un papel definitivo la capacidad creativa del estudiante, su habilidad para el manejo de la lectura comprensiva y para la investigación. Esta actividad de ejercitación pretende además, despertar en el alumno cualidades que le garanticen un buen nivel de socialización y de integración, una actitud solidaria que le desarrolle habilidades de liderazgo, de altruismo, y una capacidad de tolerancia y de respeto por las ideas e iniciativas de sus compañeros.

La ejercitación del conocimiento debe conducir al estudiante al hallazgo de una posición de equilibrio que armonice dentro de una relación de desajuste-ajuste para la asimilación

por motivación e incentivación, de nuevas experiencias de aprendizaje. Igualmente se rescata en esta fase, la técnica de la pedagogía del error (error - ensayo) al permitir que el estudiante confronte, construya y reconstruya alternativas para abordar situaciones nuevas.

De igual manera surge como otra de las posibilidades creativas de esta actividad, la inducción del estudiante en forma progresiva y consciente en la tarea investigativa, haciendo uso de estrategias que le garanticen su participación dinámica en los procesos de interaprendizaje y en la conformación de su propio estilo, en el manejo de su propio ritmo y metodología de trabajo.

Competencias que se privilegian: Interpretativa, argumentativa, conceptual.

Nivel de desempeño: Uso del conocimiento.

Cuarto momento: actividades de aplicación. En este momento se fortalece la actividad investigativa, puesto que lleva al estudiante a comprometerse e incidir sobre situaciones problemáticas vividas dentro y fuera del aula y que trascienden a su realidad social. Estas acciones son ejecutadas por el estudiante a través de proyectos que siguen los pasos de la investigación científica. El estudiante diseña individualmente o en la mesa de trabajo, estrategias que le permiten caracterizar y definir el "problema", y los procedimientos y las técnicas de manejo, con el fin de lograr en la práctica su tratamiento adecuado. Este proceso de búsqueda, facilita la construcción de alternativas de solución que se van reforzando progresivamente con el alcance de los logros previstos en cada unidad.

En este sentido Gallego cita al profesor Restrepo G. (1987), el cual conceptúa:

«A nivel del estudiante, la extrapolación rescata, cimienta y propicia el desarrollo de actitudes y valores como el concepto de sí mismo (auto-concepto) la toma de decisiones, el rigor del trabajo científico e intelectual, el libre examen, el espíritu científico, la ética,

la libertad con responsabilidad y la coparticipación en la democracia".

La extrapolación como método de trabajo facilita al estudiante el desarrollo de habilidades para el dominio de transferencia, de conocimientos, y para la asimilación de vivencias y experiencias análogas. Este proceso secuencialmente realizado garantiza la reafirmación de los saberes en el alumno y la dinamización de acciones comunitarias en procura de transformaciones sociales mucho más consolidadas.

Los proyectos procuran además mediante objetivos bien formulados, aplicar tecnología para la capacitación del estudiante, la escuela y la comunidad en el HACER y en el PRODUCIR, dentro de una dinámica científica, rigurosa y eficaz, en términos de su reutilización inmediata para encontrar respuestas a problemas del medio.

Dichos proyectos estarán orientados a la producción en áreas agropecuarias, académicas o comunitarias según su enfoque y de acuerdo con las necesidades detectadas por el alumno y por la institución. Este tipo de actividades en la zona de influencia del medio, incorpora la adecuación y uso de tecnologías por parte de las instituciones que rodean el centro educativo.

Competencias que se intencionan: Nocional, interpretativa, conceptual, argumentativa, propositiva, cognitiva, inferencial.

Nivel de desempeño: proponer

Quinto momento: actividad de complementación o ampliación

En esta parte del proceso el estudiante ha desarrollado habilidades y destrezas mentales, que dentro de la relación ajuste-ajuste, generan una nueva situación de desequilibrio, la cual a su vez crea nuevas necesidades de aprendizaje. Corresponde entonces al módulo suministrar y ampliar las referencias bibliográficas y conceptuales que permiten restablecer el estado de equilibrio y reafirmar nuevos aprendizajes.

La actividad de complementación induce al estudiante a nuevas exploraciones y confrontaciones para la construcción aplicación de nuevos conocimientos.

Este propósito se logra con la actividad de complementación, al inducir al estudiante en nuevas exploraciones. Gallego, (2003).

## 6. Metodología

El desarrollo del trabajo en torno a cambio conceptual sobre fotosíntesis, empleando metodología escuela nueva en estudiantes de grado octavo de la Institución Educativa Rural Giovanni Montini, busca identificar en los estudiantes el cambio conceptual en torno a este concepto, desde los niveles organismo, celular y ecosistema después de realizada una intervención con metodología escuela nueva.

La propuesta de secuencia, se articula en torno a tres cuestiones claves: ¿De qué se alimentan las plantas?, ¿Cómo y dónde se produce la nutrición de la planta?, ¿Son importantes las plantas para el entorno? Empleando para tal fin, el reconocer y categorizar dichas representaciones, de manera que permitan determinar si fue posible o no el cambio conceptual.

Para buscar el cambio conceptual, se realizará el diseño desde la metodología escuela nueva, con la cual se espera que los estudiantes realicen construcciones con la rigurosidad del conocimiento científico a nivel escolar, que les permitan conectar los modelos teóricos con su realidad, promoviendo así competencias científicas acordes al nivel escolar en el que se encuentran.

Para dar respuesta a la pregunta orientadora de este trabajo ¿Cómo cambian las ideas previas del concepto de fotosíntesis, en estudiantes de grado octavo de la Institución Educativa Rural Giovanni Montini, del municipio de Manizales después de una intervención con metodología Escuela nueva? se desarrolla una metodología cualitativa, fundamentada en los conceptos de Hernández Sampieri, (2014). Teniendo presente que,

El proceso cualitativo no es lineal ni lleva una secuencia como el proceso cuantitativo. Las etapas constituyen más bien acciones que efectuamos para cumplir con los objetivos de la investigación y responder a las preguntas del estudio; son acciones que se yuxtaponen,

además de ser iterativas o recurrentes. No hay momentos en el proceso en el que podamos decir: aquí terminó esta etapa y ahora sigue tal etapa. Al ingresar al campo o ambiente, por el simple hecho de observar lo que ocurre estamos recolectando y analizando datos, y en esta labor puede ir ajustándose la muestra. Muestreo, recolección y análisis son actividades casi paralelas. (Hernández, 2014, p. 396)

La metodología cualitativa aporta en el desarrollo de los objetivos, en tanto se conceptualiza sobre la realidad, basada en los conocimientos, actitudes y valores, de la población objeto de estudio, reconociendo que estos, se desenvuelven en el mismo contexto social y cultural.

Con respecto al análisis, se realiza de manera *descriptiva*. La cual, busca conocer las situaciones predominantes de la población muestra, en lo concerniente a la apropiación de los conceptos, en tanto a través de esta propuesta se realizó la descripción exacta de los objetos, actividades y procesos que se desarrollan.

En los estudios descriptivos se busca especificar las propiedades, las características y los perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis. Es decir, únicamente pretenden medir o recoger información de manera independiente o conjunta sobre los conceptos o las variables a las que se refieren. (Hernández, 2014, p. 92)

Asimismo, este método permite la flexibilidad del análisis y del acercamiento al conocimiento, desde la problemática que es presentada, es posible presentar un diagnóstico acerca del desempeño de los estudiantes, a partir de un tema específico presentado, para este caso, las ideas sobre fotosíntesis, antes y después de una intervención con metodología Escuela Nueva.

## **6.1. Población y unidad de trabajo**

El trabajo se desarrolló en la Institución Educativa Rural Giovanni Montini (IERGM), la cual es un establecimiento de carácter oficial que ofrece sus servicios en preescolar, educación básica y media articulada a la educación superior “La Universidad en el Campo”, además de Ciclos Lectivos Especiales Integrados para la comunidad adulta, con metodología Escuela nueva y énfasis en educación ambiental a los habitantes de la vereda Colombia del municipio de Manizales y sectores aledaños de otros municipios. La Institución asume un rol protagónico de enseñanza-aprendizaje del legado cultural a través de un enfoque humanista, que incorpora procesos de carácter participativo, trabajo colaborativo y reconocimiento de contextos sociales, buscando la transversalización de disciplinas en torno a un propósito común: la solución asertiva de problemáticas de la comunidad. La institución cuenta con 653 estudiantes, siendo la IE rural más grande del municipio de Manizales.

Se trabajó con un grupo de 30 estudiantes, 14 hombres y 16 mujeres, cuyas edades se encuentran entre los 13 y 16 años. Estudiantes pertenecientes a la Vereda Colombia o KM 41 y veredas aledañas, en su mayoría hijos de campesinos pertenecientes a estratos sociales 1 y 2. Los cuales corresponden a la totalidad de estudiantes de grado octavo uno. El trabajo se realiza con estudiantes de octavo, dado que en su plan de estudio se encuentra fotosíntesis, reacciones químicas, ondas, ciclo del carbono. Temáticas que permiten una articulación alrededor del concepto de fotosíntesis. La unidad de trabajo se conformó con 15 estudiantes, seleccionados de manera aleatoria. Para realizar el estudio se contó con el consentimiento de la institución, los padres de familia y estudiantes. No se solicitó consentimiento informado dado que no se trataron datos sensibles y la identidad de los

estudiantes nunca estuvo comprometida.

## **6.2. Instrumentos y fuentes de información**

Con el fin de realizar la recopilación de la información con respecto al concepto de fotosíntesis, siguiendo la metodología con enfoque cualitativo se diseñó y aplicó un cuestionario, al cual se le dio el nombre de pre test al inicio del trabajo y pos test al final del proceso, este consta de seis preguntas abiertas (Anexo 1) El cuestionario fue tomado y modificado de Cañal (1990).

El cuestionario se validó por prueba piloto, para lo cual se elaboró un cuestionario de 10 preguntas basados en cañal, (1990) y con ayuda de personas expertas. Las preguntas se delimitaron a indagar sobre el conceptos de fotosíntesis en las categorías organismo, celular y ecosistema; y en torno a tres cuestiones claves: ¿De qué se alimentan las plantas?, ¿Cómo y dónde se produce la nutrición de la planta?, ¿Son importantes las plantas para el entorno? Este cuestionario se aplicó en el grado octavo dos, el cual cuenta con una población similar a la del objeto de estudio. Posteriormente se analizan las respuestas de los estudiantes con el fin de determinar si las preguntas eran claras para los estudiantes, si su gramática estaba en lenguaje apropiado, sin perder rigor científico, identificar si las preguntas apuntaban al sentido de la investigación. Después de analizar las respuestas, a juicio de los expertos se sugiere dejar seis ítems, dado que algunos de ellos no fueron claros para los estudiantes. Una vez valorado el instrumento, este fue aplicado en dos momentos.

El primer momento de aplicación se realizó al inicio del trabajo con el fin de identificar las ideas previas de los estudiantes sobre los conceptos de fotosíntesis, antes de iniciar la intervención bajo el modelo Escuela nueva. El segundo momento, se realizó al final del trabajo,

una vez implementadas las estrategias de apropiación conceptual.

### 6.3. Fases de la investigación

Cada uno de los momentos enunciados anteriormente, se realizaron en las siguientes fases: Una **Primera fase de diagnóstico**, en la que se desarrollaron tres actividades:

**Actividad 1:** Elaboración, diseño y validación del instrumento a ser aplicado para la investigación, bajo la estructura de cuestionario, formado por seis preguntas abiertas, (Anexo 1), que indagaron sobre las ideas previas que tienen los estudiantes en torno al concepto de fotosíntesis y su relación con diversas situaciones de la vida cotidiana para dar respuesta a los fenómenos planteados, permitiendo que los estudiantes hablaran abiertamente sobre el concepto.

Para que esto fuera posible, la pregunta 1 fue formulada de forma tal que permitieran identificar el nivel ecosistema; las preguntas 4 y 3, buscan identificar el nivel organismo; por último; las preguntas 2,5 y 6 indagan por el nivel celular. Sin embargo, las diferentes respuestas pueden llegar a dar información sobre más de un nivel.

**Actividad 2:** Aplicación del cuestionario (pre test) elaborado durante la actividad uno, para recolectar información acerca de las ideas previas que tienen los estudiantes sobre el concepto de fotosíntesis.

**Actividad 3:** Análisis de las respuestas dadas en el cuestionario aplicado durante la actividad dos (Pre-test). Para lo cual se realiza análisis de contenido.

Hostil y Stone (1969 p. 5) “El análisis de contenido es una técnica de investigación para formular inferencias identificando de manera sistemática y objetiva ciertas características específicas dentro de un texto”. Desaparecen por tanto los requisitos de que los análisis de

contenido sean “cuantitativos” y “manifiestos” admitiéndose de esta manera la posibilidad de que dichos análisis puedan ser “cualitativos” haciendo referencia al contenido “latente” de los textos”. Además se añade un nuevo elemento muy importante: la inferencia. El propósito fundamental del análisis de contenido es realizar “inferencias”. Inferencias que se refieren fundamentalmente a la comunicación simbólica o mensaje de los datos, que tratan en general, de fenómenos distintos de aquellos que son directamente observables.

En el análisis se desarrollaron las siguientes Fases:

Fase textual: en esta fase se emplea una tabla de Excel, en la cual se consignan las preguntas y respuestas de los estudiantes.

Fase categórica: Se categorizan las respuestas de los estudiantes en base a las categorías individuo, celular y ecosistema y las subcategorías I, II, III. Ver tabla 3. Las cuales se establecen basado en la proyección conceptual de la nutrición vegetal de Gonzalez et al., (2009). En la categorización, el investigador hace inferencias sobre el contenido latente de las respuestas de los estudiantes.

Tabla 3. Progresión conceptual de la Nutrición Vegetal. Modificado de González et al., (2009)

<b>CATEGORIAS</b>			
<b>Subcategoría</b>	<b>Individuo (D)</b>	<b>Celular (C)</b>	<b>Ecosistema (S)</b>
<b>Criterio de categorización</b>			
I	Las plantas absorben sustancias por las raíces.	Las plantas necesitan luz y aire para crecer.	Las plantas son alimento para los animales o producen oxígeno.

II	Las plantas absorben sustancias por las raíces (agua, sales) y el CO <sub>2</sub> del aire por las hojas.	Las sustancias absorbidas por la planta –sustancias inorgánicas- se transforman mediante la fotosíntesis en sustancias orgánicas y se libera O <sub>2</sub>	Las plantas son alimento para los animales, ya que elaboran materiales que ellos no pueden fabricar. El O <sub>2</sub> expulsado por las plantas al aire es utilizado por los animales para respirar.
III	Las plantas absorben sustancias por las raíces (agua, sales) y el CO <sub>2</sub> del aire por las hojas. Para ello es necesario que el H <sub>2</sub> O y las sales minerales sean transportados hasta ellas desde las raíces. Las plantas durante la fotosíntesis producen O <sub>2</sub> como sustancia de desecho que eliminan por las hojas.	La fotosíntesis se realiza en unos orgánulos específicos de las células vegetales -los cloroplastos que a su vez contienen la clorofila, que es la molécula encargada de captar la energía solar. El estudiante relaciona las sustancias necesarias para el proceso de fotosíntesis y sus productos con sus fórmulas moleculares.	El O <sub>2</sub> expulsado por las plantas al aire es utilizado por los animales para respirar. Las plantas proporcionan a otros seres vivos la materia orgánica, que les sirve para fabricar estructuras y obtener energía.

Fase analítica: se realiza la relación entre los datos obtenidos. Las categorías alcanzadas por los estudiantes, se relacionan con las alcanzadas por los demás estudiantes en el pre-test. Para mayor validez, los resultados obtenidos se relacionaron con los datos del corpus teórico.

**La segunda fase**, en la que se desarrollaron dos actividades.

*Actividad 1.* Partiendo las ideas previas identificadas del concepto fotosíntesis, los cuales arrojaron que los estudiantes se encuentran en la teoría del humus, se realizó el diseño de las guías de interaprendizaje apoyado en la progresión conceptual de la Nutrición Vegetal propuesta por González et al., (2009), los planteamientos expuestos por el MEN en sus Lineamientos curriculares y Estándares Básicos de Competencias, siguiendo la propuesta curricular que incorporara los elementos de la metodología Escuela nueva.

La propuesta de la metodología se dinamiza a través de estrategias pedagógicas como: trabajo en equipo, manejo de roles, utilización de diversos recursos de aprendizaje, evaluación de competencias por procesos y formativa, gobierno estudiantil, guías de interaprendizaje y el maestro como mediador y facilitador de los aprendizajes, con énfasis en el diseño del currículo, prácticas pedagógicas, gestión de clases y seguimiento académico. La Escuela nueva valora las relaciones tanto interpersonales (aprendizaje cooperativo) como las intrapersonales (competencias personales) implica intercambios que permiten la construcción social del conocimiento.

El modelo organiza los estudiantes en grupos de 5 a 6 para el desarrollo de las actividades donde cada estudiante cumple un rol.

En la intervención se desarrollan guías de interaprendizaje:

Las guías son textos interactivos, que centran el proceso de aprendizaje en el estudiante a través de actividades coherentes e interrelacionadas entre sí puesto que facilitan: apropiación, práctica y aplicación de contenidos específicos necesarios para el desempeño de un estudiante en cualquier contexto. Los procesos que se generan a través de las guías de interaprendizaje tienen la potencialidad de proporcionar a los estudiantes

la capacidad para el dominio de los códigos esenciales para el desempeño exitoso en la vida y para la vida: Manejo de las operaciones básicas matemáticas, habilidades comunicativas, competencias científicas, laborales, y uso de elementos tecnológicos, las capacidades para la participación democrática y ciudadana, capacidad para resolver problemas y seguir aprendiendo, y el desarrollo de valores y aptitudes acordes con una sociedad que desea una vida de calidad para todos sus habitantes (Ramírez, 2017).

Para el desarrollo de una guía de interaprendizaje, la metodología prevé una secuencia lógica de actividades que en su orden se denominan: A- Vivencia, B- Fundamentación científica, C- Actividades de ejercitación, D- Actividades de aplicación, E- Actividades de complementación.

**Actividad 2.** Se realiza la intervención con metodología escuela nueva. Se emplean las guías de interaprendizaje:

- Reacción química. Anexo 2.
- Las reacciones químicas y la energía. Anexo 3.
- Balanceo de ecuaciones químicas. Anexo 4.
- Laboratorio reacción exotérmica. Anexo 5.
- La fotosíntesis. Anexo 6.
- Nutrición en organismos fotosintéticos. Anexo 7.
- Práctica de laboratorio la fotosíntesis. Anexo 8.
- Cadenas tróficas. Anexo 9.

Con las cuales se intenta abarcar los diferentes niveles de la fotosíntesis.

Las guías de interaprendizaje fueron elaboradas por el investigador, teniendo en cuenta los criterios establecidos por la metodología. La cual resalta “Es responsabilidad del maestro estudiar y adaptar las guías de interaprendizaje con el fin de asegurar que estas atiendan tanto a los lineamientos nacionales como a las practicas institucionales, teniendo en cuenta los criterios establecidos” Ossa et al (2009).

**En la tercera y última fase,** se planteó el análisis y evaluación, por medio de tres actividades:

**Actividad 1:** Aplicación del cuestionario (pos test), elaborado durante la Actividad 1 de la Fase 1.

**Actividad 2:** Análisis resultados pos-test y comparación de los resultados obtenidos en el análisis del pre- test y pos-test. Para el análisis de los resultados en el post-test se realiza análisis de contenido.

En el análisis se desarrollaron las siguientes Fases:

Fase textual: en esta fase se emplea una tabla de Excel, en la cual se consignan las preguntas y respuestas

Fase categórica: Se categorizan las respuestas de los estudiantes en base a las categorías individuo, celular y ecosistema y las subcategorías I, II, III. Ver tabla 3. Las cuales se establecen basado en la proyección conceptual de la nutrición vegetal de Gonzalez et al., (2009). En la categorización, el investigador hace inferencias sobre el contenido latente de las respuestas de los estudiantes.

Fase analítica: se realiza la relación entre los datos obtenidos. En un primer momento, las categorías alcanzadas por los estudiantes, se relacionan con las alcanzadas por los demás

estudiantes en el pos-test. En un segundo momento, se comparan los resultados obtenidos en el pos-test en relación al pre-test. Por último, se realiza la descripción de las repuestas dadas por dos estudiantes.

**Actividad 3:** la última actividad de esta fase, corresponde a la elaboración de las conclusiones y recomendaciones, que se presentarán al final de este trabajo.

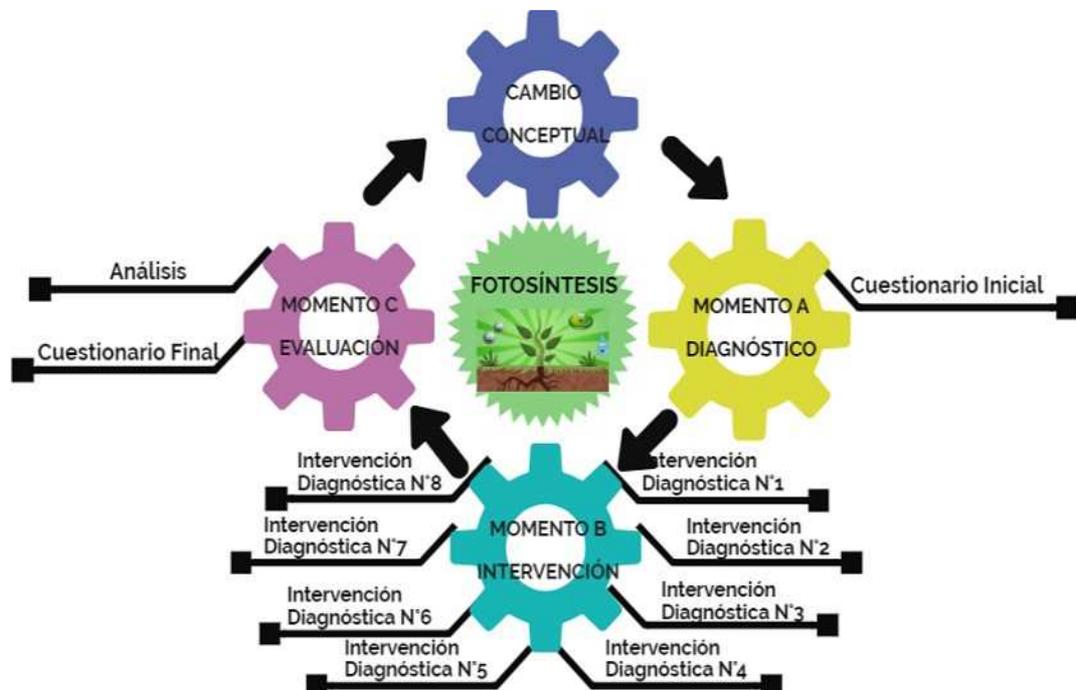


Figura 6..Síntesis de la Metodología

## **7. Resultados y discusión**

El propósito es determinar ¿Cómo cambian las ideas previas del concepto de fotosíntesis, en estudiantes de grado octavo de la Institución Educativa Rural Giovanni Montini, del municipio de Manizales. Después de una intervención con metodología Escuela nueva?

Por tal motivo, en este apartado se presentan los resultados obtenidos durante el desarrollo del trabajo.

La primera fase, correspondiente al diagnóstico, se enfoca en mostrar los resultados de la actividad dos, correspondiente a la aplicación del pretest, y la actividad tres, correspondiente al análisis de las respuestas dadas en la actividad anterior, cuyo objetivo es caracterizar las ideas previas entorno a los conceptos de fotosíntesis de los estudiantes.

En la segunda fase, se realiza la intervención con metodología Escuela nueva. El concepto de fotosíntesis es abordado a partir de ocho guías de interaprendizaje.

Para la tercera fase, se realizó el análisis y evaluación de todo el proceso, donde se planteó por medio de tres actividades: la actividad uno, correspondiente a la aplicación y análisis del postest; la actividad dos correspondiente al análisis comparativo del pretest y el postest; y finalmente, la actividad tres, en donde se presentan las conclusiones y recomendaciones.

### **7.1. Fase 1, actividades 2 y 3.**

Para iniciar la propuesta de trabajo se aplicó un pre-test previamente validado, diseñado para reconocer las ideas previas del concepto de fotosíntesis.

El instrumento diseñado consistía en una prueba escrita con un total de seis preguntas con

respuesta abierta, para lo cual se tuvieron en cuenta los niveles: individuo; celular y ecosistema propuestos por (González, et al., 2009)

El nivel individuo se evaluó con las preguntas 3 y 4; el nivel celular, con las preguntas 2, 4, 5 y 6, y el nivel ecológico, con la pregunta 1, tratando de dar respuesta a tres cuestiones claves: ¿De qué se alimentan las plantas?, ¿Cómo y dónde se produce la nutrición de la planta?, ¿Son importantes las plantas para el entorno?

El pre-test se aplicó a 30 estudiantes correspondientes al grado octavo de la Institución Educativa rural Giovanni Montini del municipio de Manizales, de estos se tomó una unidad de trabajo conformada por 15 estudiantes, que de aquí en adelante se enunciarán como E1, E2, E3.... E15.

En el análisis se tuvieron en cuenta los niveles: nivel individuo (D); nivel celular (C) y nivel ecosistema (S). A su vez cada nivel se dividió en tres subniveles (I, II, III) de acuerdo a la progresión conceptual de la Nutrición Vegetal. Gonzales, C. (2009). Teniendo en cuenta que no es más que un criterio de clasificación, ya que todos ellos están interrelacionadas.

## **Análisis descriptivo**

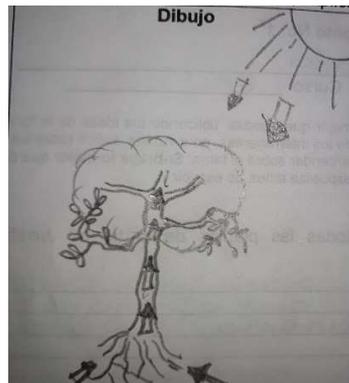
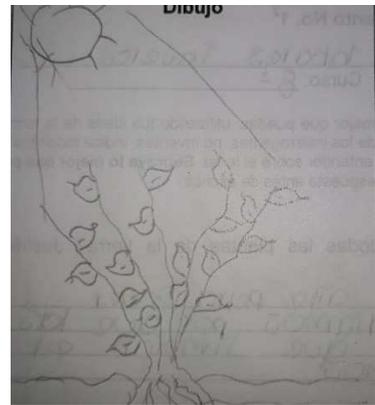
### **Resultados momento A. Prueba inicial.**

A continuación, se presentan las respuestas de algunos de los estudiantes a las preguntas formuladas en el pre-test con relación a los niveles: Individuo (D), celular (C) y ecológico (S) del proceso de la fotosíntesis, seguido de su respectivo análisis.

La tabla 4 muestra las respuestas de los estudiantes con relación al nivel individuo para el pre-test.

Tabla 4.. Ideas previas de los estudiantes referentes al nivel individuo. Pre –test.

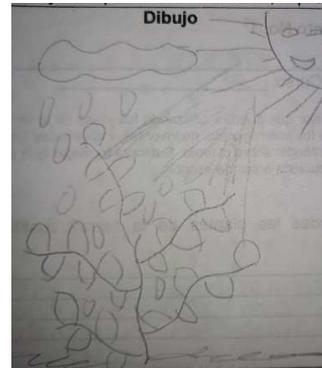
<b>Nivel individuo (D)</b>	
	P3. Si a una planta se le arrancan las hojas
Respuesta	esta muere
estudiantes.	Verdadero Falso Duda
	¿Por qué?
	P4. Dibuja una planta alimentándose, explica cómo lo hace y de qué se alimenta.
	La planta recibe los rayos y extrae sustancias y el agua de la tierra.
E1	E1 Falso. Porque puede que la planta se debilite pero ella se puede volver a recuperar y le vuelven a crecer las Hojas.
	La planta atrae la luz solar agua y nutrientes de la tierra para poder hacer la fotosíntesis.
E10	Falso. Porque no se ha dañado el tallo de la planta.



---

A la planta le esta cayendo el agua para que crezca más grande y fuerte.

Duda. Puede morir o puede quedar viva porque las  
E15 hojas son de las plantas y las necesitan para verse  
más lindas.



---

El análisis de la información suministrada por los estudiantes muestra que, con relación a la función de las hojas, los estudiantes responden con base en ideas previas, producto de la experiencia cotidiana desconociendo por completo la función de las hojas; como lo expresa E15 (las necesitan para verse más lindas) el cual asigna una función estética a las hojas o como E1 y E10 que no consideran las hojas como órganos vitales para la planta. Además confieren un rol vital.

Con relación a la función de la raíz E10 da a entender que atrae los nutrientes y agua de la tierra y E1 y E15 hablan del agua como sustancia vital para la planta y que esta se encuentra en la tierra, pero no hacen alusión a la función de las raíces. Ninguno menciona la función del tallo. El 100% de los estudiantes fueron clasificados en el subnivel DI.

Las ideas previas encontradas en el nivel individuo son similares a las encontradas por Charrier, (2006) y Cañal, (1990).

Gran parte de los estudiantes piensan que las plantas obtienen todo su alimento del suelo, por medio de las raíces. Esta es la idea más extendida entre los estudiantes. Desconocen la función de la hoja, para muchos esta sirve para captar el agua y No hacen alusión a la función del tallo. Los gases necesarios para la fotosíntesis son absorbidos por las raíces y tallos, no por las hojas.

González, (2009). Los alumnos entienden que el alimento de las plantas proviene del suelo.

En la tabla 5 se resumen las ideas previas de los estudiantes para el nivel individuo.

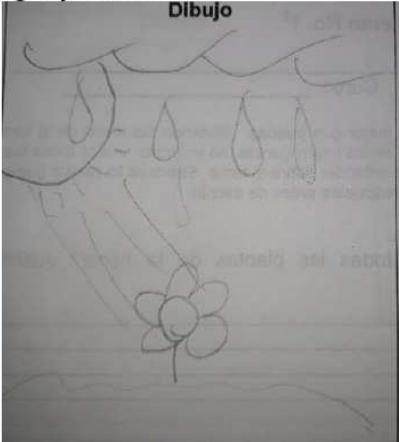
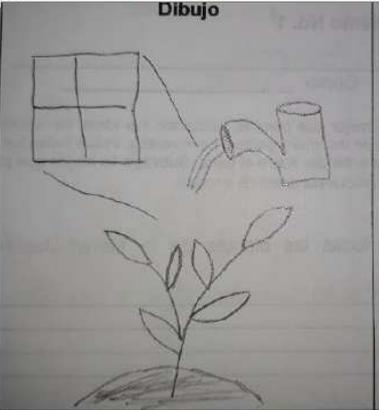
Tabla 5. Ideas previas de los estudiantes referentes al nivel individuo. Pre- test.

Nivel	Estudiante	Nivel de asociación
<b>Individuo.</b>	A la pregunta P3, los estudiantes: E1,E2,E3,E4,E6,E8,E9,E10,E13,14,E16 contestaron falso.	No considerar las hojas vitales, no le asocian ninguna función; piensan que las plantas vuelven a retoñar por tener aun el tallo o la raíz.
	A la pregunta P3, los estudiantes: E5, E11, E12 contestaron verdadero.	Sin embargo no identifican su función,
	A la pregunta P3, los estudiantes: E7 Y E15 contestaron duda.	Se debió a que piensan que unas plantas si mueren y otras no lo harían.
	Los estudiantes: E1,E2,E3,E4,E5,E6,E7,E8,E9,E10,E11,E12,E13,E15,E16	No asocian explícitamente ninguna función a la raíz o al tallo
	El estudiante E14	Reconoce la función de la raíz y el tallo.

La tabla 6 muestra las ideas previas de algunos estudiantes para el nivel celular

Tabla 6. Ideas previas de los estudiantes referentes al nivel celular. Pre- test.

<p><b>Respuesta estudiantes.</b></p>	<p><b>P2. Se tomó una planta y se puso en la oscuridad, al cabo de unos días está murió Verdadero Falso Duda ¿Por qué?</b></p>		<p><b>P5. ¿Qué puedes explicar sobre lo observado?</b></p>	<p><b>P6. ¿Por qué la planta es de color verde?</b></p>	<p><b>P4. Dibuja una planta alimentándose, explica cómo lo hace y de qué se alimenta.</b></p>
--------------------------------------	--	---	--	---	---

E4	Falso. Porque las plantas no se mueren en la oscuridad.	Que a la planta le está dando luz.	Porque no le da la luz y mantiene húmeda.	<p>Las plantas se pueden alimentar de agua y abono.</p> <p><b>Dibujo</b></p> 
E8	Verdadero porque todas las plantas necesitan luz para poderse desarrollar.	Que mientras más luz solar reciba la planta más crece y se pone más bonita.	Por la hidratación que recibe.	<p>Se alimenta de luz solar y de agua para poder crecer más bonita y para que no se muera tan fácil.</p> <p><b>Dibujo</b></p> 
E13	Verdadero. Porque ellas necesitan luz solar.	La planta buscando la luz solar.	Porque está retoñando.	<p>Es cuando una planta se alimenta por el agua.</p> <p><b>Dibujo</b></p> 

El análisis de la información suministrada por los estudiantes muestra que, con relación a la función de la luz en el proceso de la fotosíntesis, los estudiantes E8 (*las plantas necesitan luz para poderse desarrollar; Que mientras más luz solar reciba la planta más crece y se pone más bonita.*) Y E13 (*ellas necesita luz solar; la planta buscando la luz solar*) entienden que las plantas necesitan luz solar, pero de nuevo expresan un conocimiento empírico basado en sus apreciaciones y carentes de cualquier explicación científica. Por su parte E4 (*porque las plantas no se mueren en la oscuridad*) desconoce por completo la necesidad de la luz en la nutrición de las plantas. A su vez E4, E8 y E13 desconocen la función de los cloroplastos y la clorofila.

Los estudiantes E4, E8 y E13 no dan cuenta de la existencia del proceso de la fotosíntesis ni comprenden que las plantas emplean materia inorgánica para formar materia orgánica y para ello necesita energía y una serie de sustancias: H<sub>2</sub>O, CO<sub>2</sub> y sales minerales.

E4 (*las plantas se pueden alimentar de agua y abono*) planteando un modelo aristotélico de la nutrición, E13 (*es cuando una planta se alimenta por el agua*) da al agua el papel central en la nutrición y E8 (*Se alimenta de luz solar y de agua para poder crecer más bonita y para que no se muera tan fácil*) además del agua implica la luz solar en el proceso pero sin expresar alguna relación entre ellas. El 100% de los estudiantes fueron clasificados en el subnivel CI.

Algunas de las ideas previas encontradas por González, (2009). Coinciden con las de este estudio.

Tienen dificultad para diferenciar las sustancias orgánicas de las inorgánicas.

Cuando los alumnos enumeran los alimentos, no consideran el CO<sub>2</sub>.

Los estudiantes tienen dificultad para percibir que la fotosíntesis es un proceso de transformación de materia que se realiza en el interior de las células y la asociación a un intercambio gaseoso.

Ideas que tiene coincidencia con lo expuesto por Charrier, (2006) y Cañal, (1990). Los cuales encontraron:

Desconocen la función de la fotosíntesis.

Por lo general no menciona la clorofila o desconocen su función y si la nombran le atribuyen una gran cantidad de funciones.

Desconocen si las plantas necesitan luz y en los casos en que las mencionan le atribuyen funciones como: vivir, crecer, tener buena salud, dar color a la planta.

Las transformaciones de energía solar en energía química por lo general no se mencionan, no obstante conocer que las plantas necesitan luz.

En pocos casos se menciona la producción de hidratos de carbono.

En la tabla 7 se resumen las ideas previas de los estudiantes para el nivel celular.

*Tabla 7. Ideas previas de los estudiantes referentes al nivel celular. Pre- test.*

<b>Nivel</b>	<b>Estudiante</b>	<b>Nivel de asociación</b>
<b>Celular</b>	A la pregunta P2, los estudiantes: E1,E2,E3,E5,E7,E8,E9,E10,E11,E12,E14,E15 Y E16 contestaron verdadero.	Consideran necesaria la luz para el normal desarrollo de la planta, sin asociarla al proceso de la fotosíntesis. El E16 relaciona la luz solar con la fotosíntesis (Porque ellas no pueden producir la fotosíntesis si no reciben radiación solar.
	A la pregunta P2, los estudiantes: E4, E6, E13 contestaron falso.	Consideran que las plantas no necesitan luz solar.
		Ningún estudiante asocia cloroplastos y clorofila con el proceso. En general los estudiantes reconocen el papel del agua y la luz solar como necesarios para que la planta esté en buenas condiciones sin mencionar el proceso de la fotosíntesis.

La tabla 8 muestra las ideas previas de algunos estudiantes para el nivel ecológico.

Tabla 8. Ideas previas de los estudiantes referentes al nivel ecológico. Pre- test.

Nivel ecológico (S)	
<b>Respuesta estudiantes.</b>	P1. ¿Qué ocurriría si desaparecieran todas las plantas de la tierra? Justifica tu respuesta.
<b>E2</b>	Nos quedaríamos sin polen y las abejas morirían y no podríamos comer frutas.
<b>E6</b>	Que con las plantas hay mucha vida y sin las plantas no podemos vivir los humanos.
<b>E12</b>	No habría oxígeno en nuestro planeta y desaparecerán los seres vivientes del planeta porque desaparecerían el aire y el oxígeno.

El análisis de la información para el nivel ecológico, muestra que los estudiantes perciben las plantas como seres indispensables para la vida en el planeta; No dan cuenta de que los vegetales son los productores del ecosistema: la fotosíntesis es la única forma de introducir materia orgánica en el ecosistema”.

Y que las plantas desprenden O<sub>2</sub> a la atmósfera, como producto de desecho de su actividad fotosintética”. E6 (*Que con las plantas hay mucha vida y sin las plantas no podemos vivir los humanos*) E12 expresa la importancia del oxígeno producido por las plantas para la vida, pero desconoce su papel como fuente de energía química. (*No habría oxígeno en nuestro planeta y desaparecerán los seres vivientes del planeta porque desaparecerían el aire y el oxígeno*).

El 93.75% de los estudiantes fueron clasificados en el subnivel SI y el 6.25% en SII. Ideas que coinciden con las expuestas por González, (2009) “*No perciben que la supervivencia de los animales se debe no solo al vegetal como productor de materia orgánica sino como verdadero suministrador de O<sub>2</sub> a la atmosfera. Concepto ampliamente difundido entre los estudiantes del estudio*”.

Por su parte Vega, (2020). Encuentra que la finalidad principal y mayoritaria de la fotosíntesis es la producción de oxígeno, sin relacionarlo con la supervivencia de otros seres vivos. No dan relación de la importancia de la fotosíntesis en el mantenimiento de las

redes tróficas.

En la tabla 9 se resumen las ideas previas de los estudiantes para el nivel ecológico.

Tabla 9. Ideas previas de los estudiantes referentes al nivel ecológico. Pre- test.

Nivel	Estudiante	Nivel de asociación
Ecológico	A la pregunta P1, los estudiantes: E1, E3, E4, E5, E12, E14, E16.	Piensan que las plantas son indispensables para la vida debido a la producción de O <sub>2</sub>
	A la pregunta P1, los estudiantes: E2, E8, E15 y E12.	Piensan que las plantas son indispensables para la vida debido a la producción de alimento.
	A la pregunta P1, los estudiantes: E6, E7, E9 y E13	Piensan que las plantas son indispensables para la vida pero no entienden porque. E9 ( <i>No hubiera vida, no hubiera nada, no existiríamos</i> )
	A la pregunta P1, el estudiante: E10	Piensa que las plantas son indispensables para la vida debido a la producción de alimento y oxígeno. E10 ( <i>Si desaparecieran las plantas todo lo que hay en la tierra dejaría de existir porque no tendríamos alimentos, oxígeno</i> )

En la tabla 10 se resumen los resultados del pre-test para los niveles establecidos.

Tabla 10. Resultados pre-test.

Nivel	Individuo (D)			Celular (C)			Ecosistema (S)		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III
Pre-test	100%			100%			93.33%	6.66%	

## 7.2. Fase 2, actividades 1 y 2.

Para la fase dos se plantearon dos actividades.

En la actividad 1 se elaboraron las guías empleando metodología Escuela nueva. En estas se abarca el concepto de fotosíntesis y los conceptos de química necesarios para su comprensión. Las guías planteadas son:

- Intervención 1. Reacción química. Anexo 2.
- Intervención 2. Balanceo de ecuaciones químicas. Anexo 3.
- Intervención 3. Las reacciones químicas y la energía. Anexo 4.
- Intervención 4. Laboratorio reacción exotérmica. Anexo 5.
- Intervención 5. La fotosíntesis. Anexo 6.
- Intervención 6. Nutrición en organismos fotosintéticos. Anexo 7.
- Intervención 7. Práctica de laboratorio la fotosíntesis. Anexo 8.
- Intervención 8. Cadenas tróficas. Anexo 9.

La actividad 2 corresponde a la intervención, en la cual se aplicaron las guías a los estudiantes de grado octavo de la Institución Educativa rural Giovani Montinni del municipio de Manizales.

A continuación se presenta el análisis de algunas de las respuestas a las actividades planteadas durante las intervenciones.

*Intervención 1.* Reacción química. Se busca que el estudiante identifique que una ecuación química es una representación abreviada de una reacción química, en la que se emplean símbolos o fórmulas de los reactivos y los productos.

En esta intervención en la actividad D. Se plantea: La fotosíntesis es un proceso que transforma la energía de la luz del sol en energía química. Consiste, básicamente, en la elaboración de  $C_6H_{12}O_6$  (glucosa) a partir del  $CO_2$  (dióxido de carbono) y  $H_2O$  (agua) con la ayuda de la luz solar. Es decir forman materia orgánica (glucosa) y  $O_2$  (oxígeno).

- En el proceso de la fotosíntesis ¿Cuáles son los reactivos? ¿Cuáles son los productos?
- Escriba la ecuación que representa el proceso de la fotosíntesis. Recuerde que el  $O_2$  y  $CO_2$  son gases.

Al primer cuestionamiento las respuestas más comunes de los estudiantes fueron:

Respuesta 1.

Reactivos: CO<sub>2</sub> (dióxido de carbono) y H<sub>2</sub>O (agua)

Productos: C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O<sub>6</sub> (glucosa) y O<sub>2</sub> (oxígeno).

Respuesta 2.

Reactivos: CO<sub>2</sub> (dióxido de carbono) , H<sub>2</sub>O (agua) y Luz solar.

Productos: C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O<sub>6</sub> (glucosa) y O<sub>2</sub> (oxígeno).

Al segundo cuestionamiento las respuestas más comunes de los estudiantes fueron:

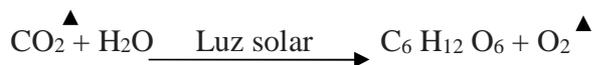
Respuesta 1.



Respuesta 2.



Respuesta 3.

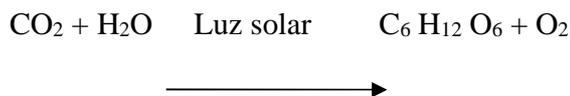


De las repuestas se puede inferir que casi la totalidad de los estudiantes escriben ecuaciones químicas e identifican reactivos y productos, algunos se les dificulto especificar el estado de las sustancias en la ecuación.

## **Intervención 2. Balanceo de ecuaciones químicas.**

Se busca que el estudiante balancee ecuaciones químicas por el método de tanteo.

En esta intervención en la actividad D. Se plantea: La fotosíntesis es un proceso que transforma la energía de la luz del sol en energía química. Consiste, básicamente, en la elaboración de  $C_6H_{12}O_6$  (glucosa) a partir del  $CO_2$  (dióxido de carbono) y  $H_2O$  (agua) con la ayuda de la luz solar. Es decir forman materia orgánica (glucosa) y  $O_2$  (oxígeno). La ecuación que resume la fotosíntesis es:



- Determinar si la anterior ecuación se encuentra balanceada, justifique su respuesta.
- Si la anterior ecuación química se encuentra sin balancear, balancearla.

Al primer cuestionamiento la respuesta más común de los estudiantes fue:

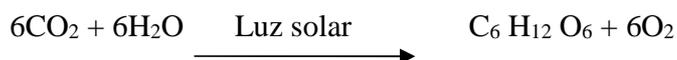
Respuesta

Está sin balancear, porque los átomos de los reactivos no son iguales a los de los productos.

Al segundo cuestionamiento la respuesta más común de los estudiantes fue:

2. Si la anterior ecuación química se encuentra sin balancear, balancearla.

Respuesta.

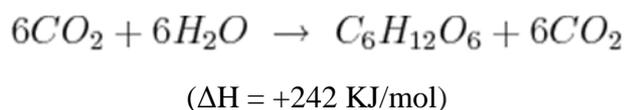


De las repuestas se puede inferir que casi la totalidad de los estudiantes balanceo la ecuación química correctamente.

### Intervención 3. Las reacciones químicas y la energía.

Se busca que el estudiante identifique los cambios de energía que se presentan durante las reacciones químicas.

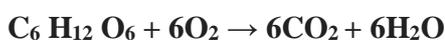
En esta intervención en la actividad D. Se plantea: La fotosíntesis es un proceso que transforma la energía de la luz del sol en energía química. Consiste, básicamente, en la elaboración de  $C_6H_{12}O_6$  (glucosa) a partir del  $CO_2$  (dióxido de carbono) y  $H_2O$  (agua) con la ayuda de la luz solar. Es decir forman materia orgánica (glucosa) y  $O_2$  (oxígeno).



- Clasificar la reacción de fotosíntesis como endotérmica o exotérmica. Justifica tu respuesta.

A esta pregunta casi la totalidad de los estudiantes respondieron que la reacción es endotérmica, porque posee una entalpía positiva. Algunos pocos contestaron que era exotérmica porque el número era positivo.

- La respiración celular es el conjunto de reacciones bioquímicas por las cuales determinados compuestos orgánicos son degradados completamente en el interior de la célula, por oxidación. Este proceso metabólico necesita oxígeno y proporciona energía aprovechable por la célula (principalmente en forma de ATP). La reacción química global de la respiración celular es la siguiente:



¿Cuál es el valor de la entalpía para la reacción de la respiración?

A esta pregunta 60% de los estudiantes no supo dar solución, porque no identificaron que la ecuación de la respiración era la inversa de la fotosíntesis; otros, porque no comprendieron que al ser la reacción inversa de la fotosíntesis la entalpía era lo misma, pero de signo contrario.

De las repuestas 1 y 2 se deduce que un porcentaje alto de estudiantes comprendieron los cambios energéticos que se presentan en las reacciones químicas, sin embargo se debe reforzar el tema ya que aún persisten dudas en grupo de estudiantes.

#### **Intervención 4. Laboratorio reacción exotérmica.**

Se busca que el estudiante observe los cambios de temperatura que se presentan en una reacción exotérmica.

En esta intervención en la actividad D. Se plantea: La fotosíntesis es un proceso que transforma la energía de la luz del sol en energía química. Consiste, básicamente, en la elaboración de C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O<sub>6</sub> (glucosa) a partir del CO<sub>2</sub> (dióxido de carbono) y H<sub>2</sub>O (agua) con la ayuda de la luz solar. Es decir forman materia orgánica (glucosa) y O<sub>2</sub> (oxígeno). La ecuación que resume la fotosíntesis es:

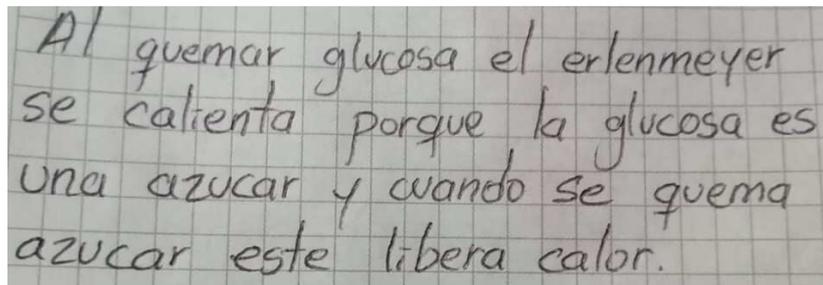


Si quemásemos glucosa dentro de un erlenmeyer cerrado, ¿Qué piensas que ocurriría con la temperatura? Justifica tu respuesta.

A esta pregunta la mayoría de los estudiantes respondieron que el recipiente se calentaría, justificando que al quemar azúcar este desprende calor. Un porcentaje muy pequeño justificó con

base al valor de la entalpía de la fotosíntesis.

En estas respuestas la explicación se basó en sus conocimientos de la vida cotidiana y no emplearon los conceptos vistos en clase para elaborar su respuesta, aunado a la dificultad que presentan para asociar los valores de la entalpía a las reacciones inversas. Como se puede observar en la siguiente respuesta.



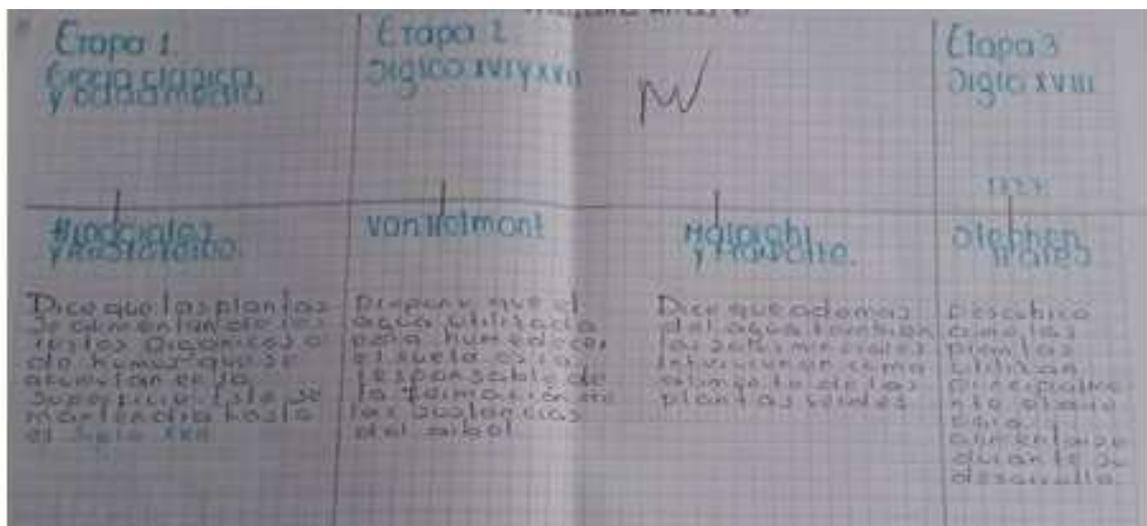
Al quemar glucosa el erlenmeyer se calienta porque la glucosa es una azucar y cuando se quema azucar este libera calor.

### Intervención 5. La fotosíntesis.

Se busca que el estudiante Identifique la evolución del concepto de fotosíntesis.

En la actividad C.1 se plantea: Elabora una línea de tiempo sobre el desarrollo de la evolución del concepto de fotosíntesis.

La siguiente línea de tiempo evidencia la respuesta de E12 a la actividad, la cual es muy similar a las demás líneas de tiempo presentadas por los estudiantes.



Etapa 1 Siglo XVII	Etapa 2 Siglo XVIII	Etapa 3 Siglo XVIII	Etapa 4 Siglo XVIII
van Helmont	van Helmont	Boyle y Priestley	Priestley
Dice que las plantas se alimentan de los gases que se desprenden de la superficie de la tierra hasta el año 1667.	Dice que el agua utilizada para humedecer el suelo es responsable de la formación de las plantas, en el año 1687.	Dice que además del agua también las plantas necesitan luz para crecer, en el año 1772.	Descubre como las plantas liberan oxígeno durante el día y absorben dióxido de carbono durante la noche, en el año 1772.

Etapa 4. Siglo XIX		
1811-1821	1817	1845
Joseph Priestley	Jesús Ycañete	Robert Mayer
<p>Dice que las plantas también respiran, pero a diferencia de los animales respiran <math>O_2</math> puro. Esta respiración además de servir para alimentar a las plantas, enriquece de <math>O_2</math> el medio.</p> <p><math>CO_2 + H_2O \rightarrow O_2</math> Materia Orgánica.</p> <p>Es la primera ecuación para representar el proceso de la fotosíntesis.</p>	<p>Aíslan de las hojas el compuesto responsable de su color verde al que llamaron "Clorofila". Se produce en las hojas verdes.</p>	<p>Señala que las plantas transforman la energía de la luz solar en energía química.</p> <p>Una planta toma el <math>CO_2</math> y lo combina con agua para formar los tejidos, liberando <math>O_2</math> en el proceso.</p>

Siglo XIX		
Engelmann	Sachs	1858 Virchow
<p>Determina que las clorofilas son pigmentos activos (fotosintéticos) en la fotosíntesis y con ello se impulsa la hipótesis del primer producto del proceso.</p> <p><math>(CO_2)_n + H_2O</math> sales minerales + luz</p> <p>Energía solar <math>\rightarrow</math> energía química</p>	<p>Realiza de forma experimental como se produce la circulación ascendente de la savia bruta por los vasos del xilema.</p>	<p>Dice que las plantas respiran como los animales tanto durante el día como en la noche, existiendo en las plantas intercambios de gases respiratorios y fotosintéticos de forma paralela.</p>

1854  
Bacchiangault

Heva a cabo el experimento  
preciso que corrobora  
la relación entre el  $\text{CO}_2$   
de un lado y el  $\text{O}_2$   
respirado de otro.  
La fotosíntesis libera  
fotosíntesis  
Comprobando que la  
relación es proporcional  
la unidad

Una reacción  
 $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$  sales minerales

Energía solar ————— De la fotosíntesis  
Ene. y q. química

1854  
Sachs  
(Hill 1939, 1911)

Dice que la clorofila es  
localizada en pequeños  
"Cuerpos subultra" que  
posteriormente se  
llaman "Cloroplastos"

También demuestra que  
durante la fotosíntesis se  
forman granulos de almidón

Etapas  
Siglo XX

1920  
Warburg

Desarrolla un  
aparato que permite  
medir los intercambios  
de gases respiratorios  
o fotosintéticos y el  
inicio de marcadores  
radioactivos como el

$\text{C}^{14}$  y el  $\text{O}^{18}$

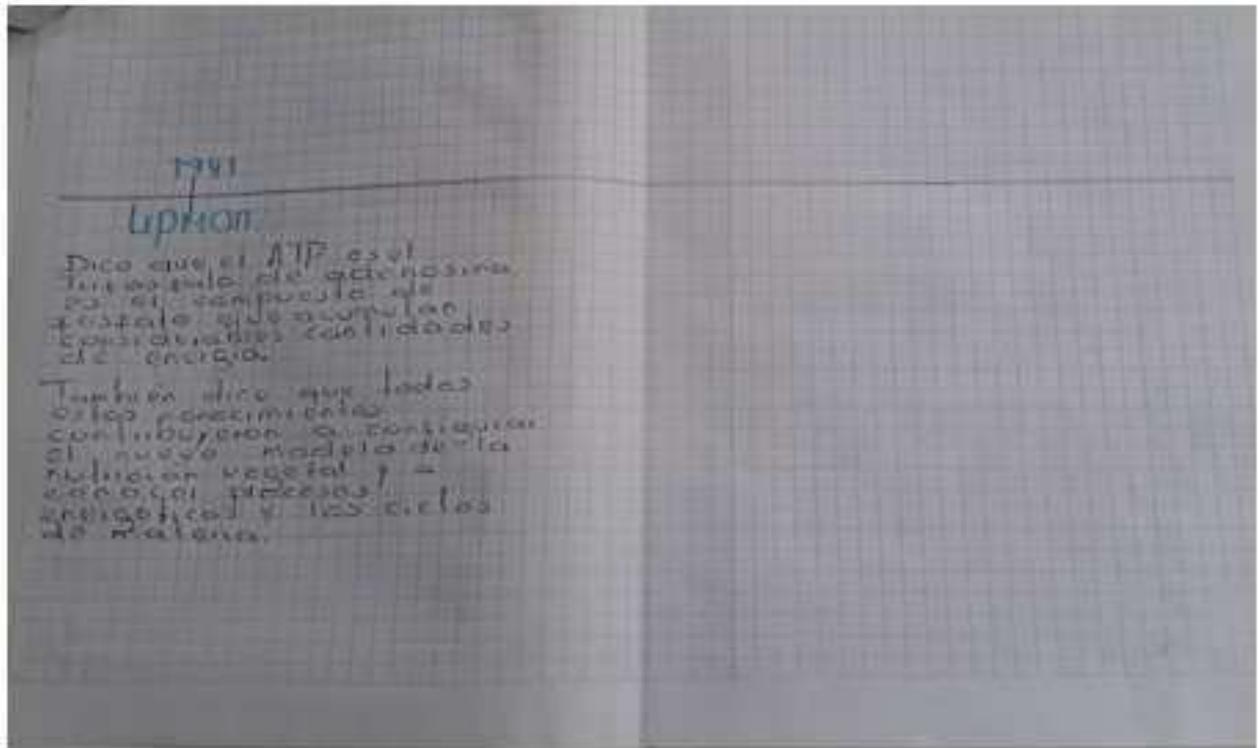
1939  
Hill

Comprobaba que el  
 $\text{O}_2$  que se libera  
procede de la  
molécula de agua  
y no de la de  
óxido de carbono.  
Como se había supuesto  
en la teoría del semidatado,  
la molécula de agua se  
descompone en hidrógeno y  
oxígeno gracias a la  
energía solar, proceso  
que denomina "fotosíntesis  
del agua". La fotosíntesis  
sería la forma en la que  
la energía radiante de la  
luz solar se convierte en  
energía química.

Se reconoce a las plantas como  
responsables de la entrada de la  
energía en el ecosistema, abriendo así  
a una nueva dimensión más amplia y general.

1948  
Callan y  
Bancroft

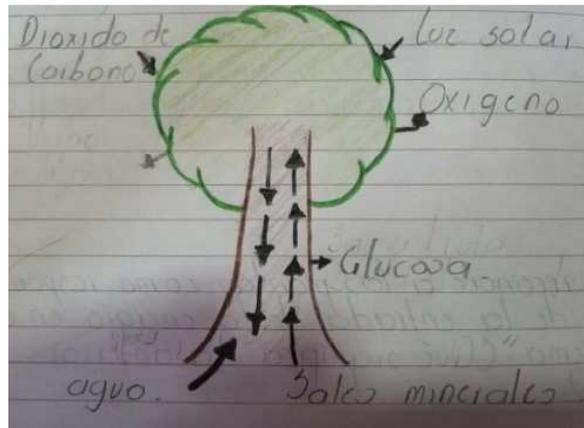
Identifica al ácido  
3-fosfoglicérico como  
primer producto  
estable de la  
fotosíntesis.  
Callan que  
describiendo y  
describiendo las  
reacciones implicadas  
en este proceso que  
conoce como "ciclo  
de calvin" - fase  
oscura" premiado con  
el nobel de química  
en 1961.



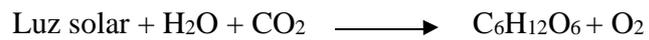
El estudiante realiza la línea del tiempo, teniendo en cuenta las diferentes etapas propuestas en la guía y reseña los sucesos más relevantes ocurridos en cada etapa sin inconvenientes.

En la actividad C7 se plantea: Al inicio respondiste la siguiente cuestión “Dibuja una planta alimentándose, explica cómo lo hace y de qué se alimenta”. Con base a lo expuesto en la fundamentación científica ¿Cómo puedes mejorar tu respuesta?

A lo que C12 responde:



Las plantas hacen su alimento en la fotosíntesis, reciben luz solar y la transforman en energía química y en su presencia, las plantas convierten CO<sub>2</sub> y agua liberando oxígeno en el proceso y su producto principal la glucosa es el alimento.



Al inicio, en A vivencia E12 respondió.



Las plantas se alimentan de los nutrientes de la tierra y el agua.

De la respuesta inicial A vivencia, se infiere que el estudiante considera que la planta se alimenta de la tierra, haciendo alusión a la teoría del humos, no da cuenta del proceso de la

fotosíntesis; no enuncia la necesidad de la luz solar ni del dióxido de carbono, no describe las sustancias producidas como glucosa y oxígeno, tan poco enuncia los órganos, ni organelos de la planta involucrados en el proceso.

Después de la intervención el estudiante reconoce que la planta fabrica su propio alimento por medio de la fotosíntesis, la cual genera energía química. Relaciona el agua, el dióxido de carbono como sustancias necesarias para el proceso y enuncia la importancia de la luz solar. Describe el oxígeno y la glucosa como productos del proceso y da a la glucosa una función de nutrición. Del gráfico se deduce que da una función a los órganos de la planta sin hacer alusión a cloroplastos o clorofila.

Enuncia la ecuación de la fotosíntesis correctamente, describiendo reactivos, productos y direccionalidad. No presenta la ecuación balanceada.

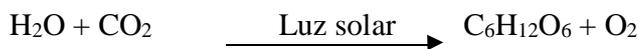
#### **Intervención 6. Nutrición en organismos fotosintéticos.**

Se busca que el estudiante reconozca las estructuras involucradas en la fotosíntesis, identifique las principales sustancias que intervienen en la fotosíntesis e interprete la ecuación de la fotosíntesis haciendo relación a sus reactivos y productos.

En la actividad C.4 se plantea: Observa la siguiente imagen. ¿Qué puedes decir al respecto?



A continuación la respuesta de E14 , la cual es similar a la presentada por varios estudiantes. *La fotosíntesis se encuentra en la hoja, está compuesta por la clorofila que es una sustancia que se encuentra dentro del cloroplasto. La planta recibe energía solar para convertirla en energía química, el agua es absorbida por la raíz y combinada con el CO<sub>2</sub> así liberando en el proceso oxígeno con la producción de gránulos de almidón es decir glucosa que es el alimento.*



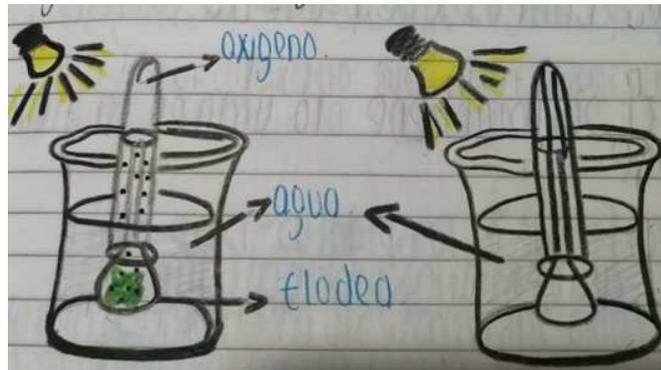
A pesar de que la respuesta presenta imprecisiones, se puede apreciar la evolución en el concepto de la fotosíntesis por parte del estudiante.

Este hace alusión a los reactivos y productos de la fotosíntesis, describe la ecuación de la fotosíntesis correctamente balanceada, enuncia la transformación de energía solar en energía química, hace referencia a cloroplastos, clorofila, hojas y raíz no hace mención del tallo ni describe la función del suelo.

### **Intervención 7. Práctica de laboratorio la fotosíntesis.**

Se plantea que el estudiante comprenda que el dióxido de carbono, el agua y la luz son necesarios para que se realice la fotosíntesis, el desprendimiento de oxígeno es uno de los resultados del proceso de la fotosíntesis.

En la actividad D6 se plantea: ¿Qué función realiza la elodea?



El estudiante E9 presentó la siguiente respuesta, la cual es similar a las presentadas por otros estudiantes.

*La elodea está realizando la fotosíntesis, para ello utiliza luz solar y agua, produciendo oxígeno que está en la parte de arriba. Con más luz se produce más oxígeno porque hay más energía.*

El estudiante se limitó a responder la pregunta sin profundizar en el proceso de la fotosíntesis, este identifica que la planta realiza fotosíntesis y que para ello requiere energía del sol, relaciona la cantidad de luz con la cantidad de oxígeno, sin expresar explícitamente que a mayor luz mayor fotosíntesis.

### **Intervención 8. Cadenas tróficas.**

Se plantea que el estudiante reconozca la composición de las cadenas tróficas y establezca cadenas tróficas a partir de un grupo de organismos.

En la actividad C4 se plantea: ¿Qué ocurriría si desaparecieran los productores en un ecosistema?

En esta respuesta hubo un consenso entre los estudiantes en que si desaparecieran los productores desaparecería la vida en la tierra por falta de alimento y oxígeno. Como lo expresan E7 y E5

*E7. No habría vida porque las plantas producen alimento y oxígeno.*

E5. *Los animales se mueren porque las plantas dan alimento y oxígeno para respirar.*

De nuevo, los estudiantes responden con base a los conocimientos impartidos en la guía que se encuentran resolviendo y no relacionan este contenido con las temáticas vistas en otras clases. Esto se evidencia en que no hacen referencia al proceso de fotosíntesis en las respuestas.

### 7.3 Fase 3 actividades 1, 2 y 3

La actividad uno, correspondiente a la aplicación y análisis del postest; la actividad dos correspondiente a comparar el pretest y el postest y la actividad 3 corresponde a las conclusiones.

A continuación se presentan las respuestas de algunos de los estudiantes a las preguntas formuladas en el pos-test con relación a los niveles: Individuo (D), celular (C) y ecológico (S) del proceso de la fotosíntesis, seguido de su respectivo análisis.

La tabla 11 muestra las ideas de los estudiantes con relación al nivel individuo, durante el pos-test.

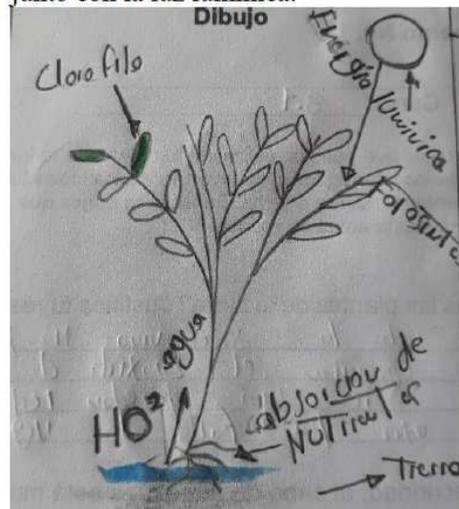
Tabla 11. Ideas de los estudiantes con relación al nivel individuo, pos-test.

Nivel individuo (D)		
Respuesta estudiantes.	P3. Si a una planta se le arrancan las hojas esta muere	P4. Dibuja una planta alimentándose, explica cómo lo hace y de qué se alimenta.
	Verdadero Falso Duda ¿Por qué?	

E16

Verdadero. Muere por que las hojas son las que reciben la luz lumínica para producir la fotosíntesis y se le acabaría la reserva de alimento y moriría.

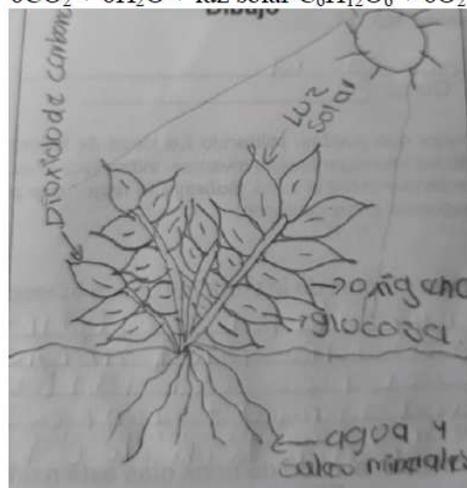
Recibe por medio de la tierra nutriente que le ayuda a crecer, por medio de la energía solar realiza la fotosíntesis que es la encargada de elaborar el alimento de la planta, la clorofila es la encargada de darle el color verdoso a la planta. La absorción de nutrientes se hace por medio la raíz es absorbido de la tierra y el H<sub>2</sub>O entra a la planta junto con la luz lumínica.



E1

Verdadero. Ya que la planta no tendría donde fabricar su alimento; ya que ella necesita agua, dióxido de carbono, energía solar y cloroplasto ya que en el cloroplasto es donde fabrica su propio alimento que es la glucosa y su desecho que es el oxígeno ya que en las hojas tiene el cloroplasto y el cloroplasto tiene la clorofila la clorofila es la que le da el color verde a las plantas ya que absorbe los rayos ultra solares absorbiendo color azul y devolviendo el color verde así le da el color verde a las plantas.

La planta fabrica su propio alimento pero para esto necesita dióxido de carbono, luz solar y agua así fabrica la glucosa que es su alimento y desecha el oxígeno; claro que este proceso se realiza en la hoja y en las hojas está el cloroplasto y en el cloroplasto esta la clorofila que es la que le da el color verde a las plantas ya que ella cuando las consumimos nos transfiere energía química y respiramos el oxígeno que es lo que desechan.  
 $6\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O} + \text{luz solar} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{O}_2$

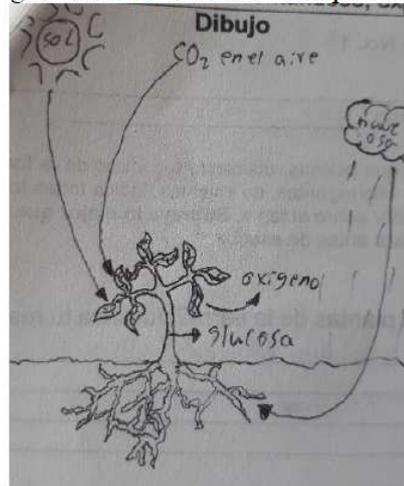


---

La luz solar le da la energía necesaria para vivir y el agua la absorben las raíces lo que genera glucosa es el alimento de la planta.

E11

Verdadero. Por qué el sol le da la energía necesaria para sobrevivir.



El análisis de la información suministrada por los estudiantes para el nivel individuo muestra que con relación a la función de las hojas los estudiantes E16, E11 Y E1 avanzaron conceptualmente sobre la importancia de las hojas para la planta; E1 (*las hojas son importantes ya que la planta no tendría donde fabricar su alimento, hojas tiene el cloroplasto y el cloroplasto tiene la clorofila la clorofila es la que le da el color verde a las plantas*) E1 asocia la hoja con la producción de alimentos y menciona los cloroplastos, sin embargo no hace referencia al proceso de fotosíntesis de manera explícita. Para E11, las hojas son importantes para la planta (*Por qué el sol le da la energía necesaria para sobrevivir*) asocia la función de la hoja con la energía; sin embargo no establece una relación clara al respecto. Por su parte E16 expresa que las hojas son importantes porque (*las hojas son las que reciben la luz lumínica para producir la fotosíntesis y se le acabaría la reserva de alimento y moriría*) E16 asocia explícitamente la función de la hoja con el proceso de la fotosíntesis y la obtención de alimentos.

Con relación a la función de la raíz E16 (*La absorción de nutrientes se hace por medio la raíz es absorbido de la tierra y el H<sub>2</sub>O*) reconoce que la raíz permite la absorción nutrientes y

agua. E1 relaciona la raíz con la absorción de minerales y agua; mientras E11 solo la relaciona con la absorción de agua. Es de resaltar que ningún estudiante hace referencia a la función del tallo. De las respuestas obtenidas se infiere que los estudiantes han mejorado sus explicaciones con relación a sus ideas iniciales, aun estando alejados de la subcategoría III. Un gran porcentaje de los estudiantes pasan del nivel I (Las plantas absorben sustancias por las raíces, al nivel II (Las plantas absorben sustancias por las raíces (agua, sales) y el CO<sub>2</sub> del aire por las hojas. Mejorando en las ideas previas expuestas por Charrier, (2006); Cañal, (1990) y Saenz, (2012).

En la tabla 12 Resume las ideas de los estudiantes para el nivel individuo.

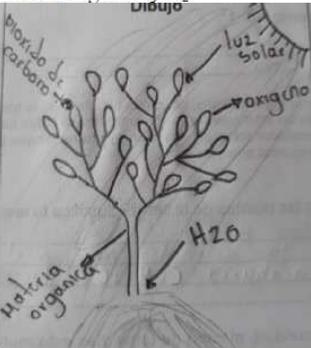
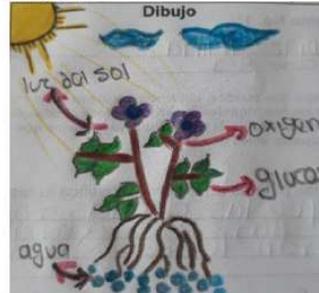
Tabla 12.. Ideas de los estudiantes para el nivel individuo, pos-test.

Nivel	Estudiante	Nivel de asociación
<b>Individuo.</b>	A la pregunta P3, los estudiantes: E2, E8, E9, E12, 13. Contestaron falso.	Piensan que las plantas vuelven a retoñar por tener aun el tallo o la raíz.
	A la pregunta P3, los estudiantes: E1, E4, E5, E6, E7, E10, E11, E14, E16 contestaron verdadero.	De los estudiantes que respondieron verdadero todos excepto dos justificaron adecuadamente la función de la hoja.
	A la pregunta P3, los estudiantes: E3 Y E15 contestaron duda.	Se debió a que piensan que mientras la planta siga teniendo tallo y raíz esta sobreviva. Sin embargo es de resaltar que las justificaciones son mucho más elaboradas; como lo expresa E3 ( <i>Porque sigue la raíz pegada a la tierra y mientras tenga luz solar y agua ella se encarga de producir las hojas que se le arrancaron por la fotosíntesis, pero creo que en ese tiempo no puede producir oxígeno</i> )
	Los estudiantes: E1,E2,E3,E4,E5,E6,E7, E9,E11,E12,E14,E16. Los estudiantes E8, E10, E13 Y E15	Asocian la función de la raíz con la absorción de agua y nutrientes.
	Solo un estudiante dio cuenta de la función del tallo. Lo que podría suponer una deficiencia en el diseño de la intervención.	No asocian explícitamente ninguna función a la raíz.

Los estudiantes fueron clasificados en el nivel individuo así: DI 20%; DII 73.33% y

DIII 6,66%

La tabla 13 muestra las respuestas de algunos estudiantes para el nivel celular.

<p>Respuesta estudiantes.</p>	<p>P2. Se tomó una planta y se puso en la oscuridad, al cabo de unos días está murió Verdadero Falso Duda ¿Por qué?</p>	<p>P5. ¿Qué puedes explicar sobre lo observado?</p> 	<p>P6. ¿Por qué la planta es de color verde?</p>	<p>P4. Dibuja una planta alimentándose, explica cómo lo hace y de qué se alimenta.</p>
<p>E9</p>	<p>Verdadero. Porque todas las plantas necesitan luz.</p>	<p>Que la planta está tomando el sol para retoñar.</p>	<p>Por la clorofila.</p>	<p>La planta produce su propio <math>C_6H_{12}O_6</math> las hojas de la planta absorben la luz solar para que las hojas siempre tengan su color verde y también absorbe el <math>CO_2</math> y expulsa materia orgánica y <math>O_2</math></p> 
<p>E12</p>	<p>Verdadero. Porque la planta necesita la luz solar para producir su propio alimento y sin ella la planta moriría.</p>	<p>Que la planta está recibiendo la luz solar y no se muere porque está produciendo su propio alimento.</p>	<p>Por los cloroplasto que reciben luz de color azul y la devuelve de color verde.</p>	<p>Fórmula <math>6CO_2 + 6H_2O + \text{luz solar}</math>  <math>C_6H_{12}O_6 + 6O_2</math> por que el dióxido de carbono y el agua forman la glucosa que es su alimento.</p>
<p>E5</p>	<p>Verdadero. Porque las plantas necesitan la luz del sol para poder sobrevivir porque les da energía.</p>	<p>Que la planta está en la luz porque la necesita para poder sobre vivir, porque si la planta esta mucho tiempo en la oscuridad se marchita.</p>	<p>La planta es verde por la glucosa y por la luz azul q es la que le permite tener el color verde.</p>	<p>La planta genera su propio alimento pero necesita la ayuda del agua del oxígeno, del sol de la glucosa, para poder q tenga energía y sobrevivir. La planta necesita de todas estas cosas para crecer vivir y tener un color muy lindo y para que no se marchite.</p> 

El análisis de la información suministrada por los estudiantes muestra que, con relación a la función de la luz en el proceso de la fotosíntesis, los estudiantes E9, E5 y E12 manifiestan que la luz solar es necesaria para las plantas; sin embargo, E9 (*Porque todas las plantas necesitan luz*) no argumenta porque es necesaria la luz solar para la planta; E12 (*Porque la planta necesita la luz solar para producir su propio alimento y sin ella la planta moriría*) ya relaciona la luz solar con la producción de alimento, sin hacer referencia explícita a la fotosíntesis, y E5 (*Porque las plantas necesitan la luz del sol para poder sobrevivir porque les da energía*) expresa la relación existente entre la luz solar y la energía que necesita la planta para cumplir sus funciones de nuevo el estudiante no hace referencia a la fotosíntesis.

Aunque las explicaciones se quedan cortas debido a que ninguno de los estudiantes expreso explícitamente la relación de la luz solar con la fotosíntesis, se observa que las respuestas mejoraron respecto al pre-test.

En lo referente a las sustancias necesarias para la fotosíntesis y sus productos E9 expresa (*La planta produce su propio  $C_6H_{12}O_6$  las hojas de la planta absorben la luz solar para que las hojas siempre tengan su color verde y también absorbe el  $CO_2$  y expulsa materia orgánica y  $O_2$* )

se puede observar que el estudiante reconoce que la planta fabrica su propio alimento y libera oxígeno como desecho.

Hace referencia a la hoja y clorofila los lugares donde ocurre, menciona la necesidad de luz solar; sin embargo, no la asocia con energía y se limita a expresar que da el color verde a las plantas, reconoce el CO<sub>2</sub> como molécula necesaria en el proceso, E9 no menciona el agua en su descripción pero hace alusión a ella en su dibujo.

Se descarta también que el estudiante usa fórmulas moleculares para referirse a las sustancias. El estudiante E12 (*Porque la planta necesita la luz solar para producir su propio alimento y sin ella la planta moriría*) Hace énfasis en la necesidad de la luz solar para que la planta pueda fabricar su propio alimento; sin mencionar el proceso de la fotosíntesis.

Identifica la hoja como el órgano donde la planta fabrica su alimento y la clorofila como la encargada de captar la luz (*Por los cloroplastos que reciben luz de color azul y la devuelve de color verde*) trata de explicar porque las plantas son de color verde. E12 expresa la fotosíntesis a partir de la ecuación química lo que denota un avance significativo en su evolución conceptual ( $6\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O} + \text{luz solar} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{O}_2$  porque el dióxido de carbono y el agua forman la glucosa que es su alimento).

Por último, el estudiante E5 (*Porque las plantas necesitan la luz del sol para poder sobrevivir porque les da energía*) comprende que las plantas obtienen energía de la luz solar, no da cuenta de los cloroplastos ni la clorofila; pero sí que las plantas fabrican su alimento en las hojas y da a entender que aunque adquirió algunos elementos teóricos del proceso presenta una gran confusión (*La planta genera su propio alimento pero necesita la ayuda del agua del oxígeno, del sol de la glucosa, para poder q tenga energía y sobrevivir. La planta necesita de*

*todas estas cosas para crecer vivir y tener un color muy lindo y para que no se marchite*) no identificando correctamente las sustancias consumidas y producidas en el proceso.

De las respuestas obtenidas se infiere que los estudiantes han mejorado sus explicaciones con relación a sus ideas iniciales, aun estando alejados de la subcategoría III. Un porcentaje aceptable de los estudiantes pasan del nivel I (Las plantas necesitan luz y aire para Crecer) al nivel II (Las sustancias absorbidas por la planta –sustancias inorgánicas- se transforman mediante la fotosíntesis en sustancias orgánicas y se libera O<sub>2</sub>) se destaca la utilización recurrente de fórmulas químicas y ecuaciones químicas en sus explicaciones. Mejorando también las ideas previas expuestas por Charrier, (2006); Cañal, (1990) y Saenz, (2012). Sin embargo un porcentaje alto 43.75% de los estudiantes no tuvieron una mejora significativa para este nivel.

En la tabla 14 se resumen las ideas de los estudiantes para el nivel celular.

Tabla 13. Ideas de los estudiantes para el nivel celular, pos-test.

Nivel	Estudiante	Nivel de asociación
Celular	A la pregunta P2, los estudiantes: E1, E2, E3, E4, E5, E7, E9, E10, E11, E12, E13, E14, E16 contestaron verdadero.	En su mayoría asocian la necesidad de luz por parte de la planta como una forma de obtener energía. <i>(Porque la planta necesita la luz solar para poder hacer la fotosíntesis y hacer su propio alimento)</i>
	A la pregunta P2, los estudiantes: E6, E8 contestaron duda.	Consideran que hay plantas de luz y otras de sombra.
	A la pregunta P6: E1, E3, E7, E8, E10, E11, E13, E14, E16.	Identifican la hoja, cloroplastos y clorofila como estructuras relacionadas con la fotosíntesis. Casi todos los demás estudiantes. Los demás estudiantes trataron de dar una respuesta basada en la absorción y emisión de luz <i>(porque la luz solar la recibe de color azul y la devuelve de color verde)</i>
		Ecuación

Los estudiantes fueron clasificados en el nivel celular así: CI: 46.66% CII: 33.33%  
CIII: 20%

La tabla 15 muestra las ideas de algunos estudiantes para el nivel ecológico.

Tabla 14. Concepciones de los estudiantes nivel ecológico, pos-test

Nivel ecológico (S)	
<b>Respuesta estudiantes.</b>	P1. ¿Qué ocurriría si desaparecieran todas las plantas de la tierra? Justifica tu respuesta.
<b>E3</b>	No habría viva, no hallaríamos alimentos y sobre todo oxígeno con el cual vivir y respirar en la tierra y posiblemente no existiera ninguna clase de vida
<b>E8</b>	Se acabaría el oxígeno y el alimento porque ellas al recibir el CO <sub>2</sub> liberan oxígeno y si no hubiera plantas no habría oxígeno.
<b>E110</b>	Si desaparecieran todas las plantas de nuestro planeta seria desierto y sin oxígeno; porque las plantas nos aportan los alimentos y nuestro oxígeno para poder respirar.

El análisis de la información suministrada por los estudiantes para el nivel ecológico, muestra que los estudiantes perciben las plantas como seres indispensables para la vida en el planeta, los estudiantes E8, E10 y E3 (*No habría viva, no hallaríamos alimentos y sobre todo oxígeno con el cual vivir y respirar en la tierra y posiblemente no existiera ninguna clase de vida*) básicamente coinciden en que las plantas son indispensables para la producción de oxígeno y alimentos; ninguno profundiza sobre redes tróficas o hace alusión al proceso de la fotosíntesis.

De las respuestas obtenidas se infiere que los estudiantes han mejorado sus explicaciones con relación a sus ideas previas, aun estando alejados de la subcategoría III. Un gran porcentaje de los estudiantes pasan del nivel I (Las plantas son alimento para los animales o producen oxígeno) al nivel II (Las plantas son alimento para los animales, ya que elaboran materiales que ellos no pueden fabricar. El O<sub>2</sub> expulsado por las plantas al aire es utilizado por los animales para respirar). Mejorando también las ideas previas expuestas por Charrier, (2006); Cañal, (1990) y Saenz, (2012).

En la tabla 16 se resumen las ideas de los estudiantes para el nivel ecológico.

Tabla 15. Concepciones de los estudiantes nivel ecológico, pos-test.

Nivel	Estudiante	Nivel de asociación
<b>Ecológico</b>	A la pregunta P1, los estudiantes: E6, E11.	Piensan que las plantas son indispensables para la vida debido a la producción de O <sub>2</sub>
	A la pregunta P2, los estudiantes: E12, E15.	Piensan que las plantas son indispensables para la vida debido a la producción de alimento.
	A la pregunta P2, el estudiante: E1, E2, E3, E4, E5, E7, E8, E9, E10, E13, E14, E16.	Piensa que las plantas son indispensables para la vida debido a la producción de alimento y oxígeno. E10 ( <i>Si desaparecieran las plantas todo lo que hay en la tierra dejaría de existir porque no tendríamos alimentos, oxígeno</i> )

El 33.33% de los estudiantes fueron clasificados en el subnivel SI, el 53.33% en SII y 13.33 SIII.

En la tabla 17 se resumen los resultados del pos-test para los niveles establecidos.

Tabla 16. Resultados pos-test.

Nivel	Individuo (D)			Celular (C)			Ecosistema (S)		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III
<b>Pos-test</b>	20%	73.33%	6.66%	46.66%	33.33%	20%	33.33%	53.33%	13.33%

La actividad dos corresponde al análisis comparativo del pretest y el postest; la tabla 18 muestra el cambio conceptual con relación al concepto de fotosíntesis.

Tabla 17. Cambio conceptual del concepto de fotosíntesis

Pre-test									Pos-test									
Nivel	Individuo			Celular			Ecosistema			Individuo			Celular			Ecosistema		
Subnivel	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
E1	x			x			x					x			x			x
E2	x			x			x				x			x			x	
E3	x			x			x			x				x			x	
E4	x			x			x			x				x			x	
E5	x			x			x				x			x			x	
E6	x			x			x				x			x			x	
E7	x			x			x				x				x		x	
E8	x			x			x				x			x			x	
E9	x			x			x				x				x		x	
E10	x			x				x						x			x	
E11	x			x			x				x				x		x	
E12	x			x			x				x				x		x	
E13	x			x			x				x						x	
E14	x			x			x				x				x			x
E15	x			x			x			x				x			x	
Total	15			15			14	1		3	11	1	7	5	3	5	8	2

La figura 9 muestra los valores de la tabla. Los valores de pre-test y pos-test están expresados en porcentaje.

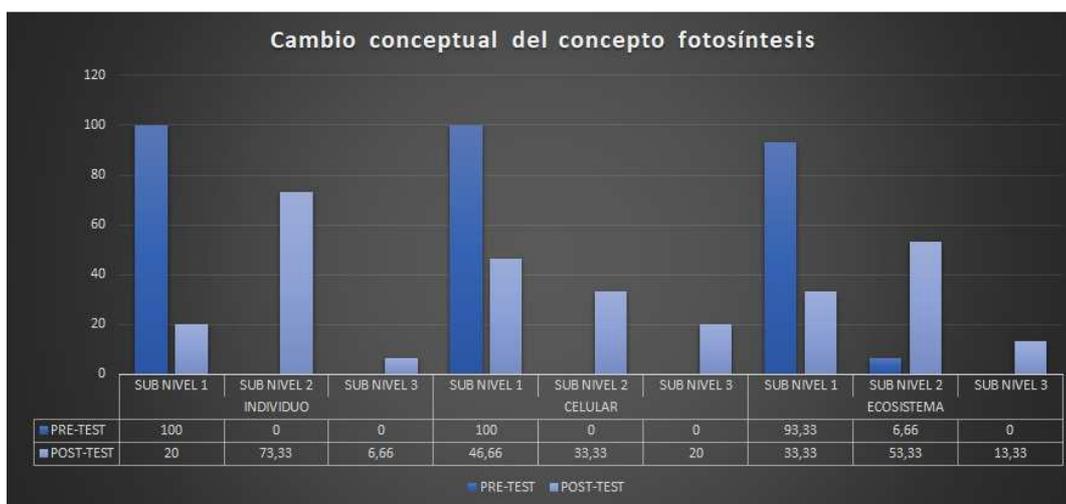


Figura 7. Evolución conceptual del concepto de fotosíntesis en porcentajes.

Nótese que en el pre-test, el 100% de los estudiantes fueron clasificados como D1 y C1; mientras que en el nivel ecosistema los estudiantes se clasificaron como 93.33% SI y 6.66% SII; lo que demuestra un casi total desconocimiento del proceso de fotosíntesis a pesar de ser estudiantes que en su proceso de formación han recibido instrucción sobre nutrición vegetal y específicamente sobre el proceso de fotosíntesis.

Para el pos-test se obtuvo una evidente mejoría con respecto al concepto de fotosíntesis en los diferentes niveles establecidos, lo que evidencia un cambio conceptual en los estudiantes, así: 20%DI, 73.33%DII, 6.66%DIII, 46.66%CI, 33.33%CII, 20%CHII, 33.33%SI, 53.33%SII Y 13.33%SHI.

A pesar del evidente cambio conceptual que se observa en todos los niveles, es de destacar que muy pocos estudiantes lograron alcanzar los subniveles III y algunos estudiantes aún se encuentran en subniveles I especialmente para el nivel celular. Los resultados sugieren que la intervención puede ser susceptible a significativas mejorías. Los resultados avalan la tesis de Cañal, (1990). En la que plantea que el diseño metodológico es determinante para el

cambio conceptual.

Con el fin de profundizar en el cambio de las ideas de los estudiantes; se presenta una comparación entre las respuestas de dos estudiantes E1 y E10 antes y después de la intervención. El Estudiante E1 ha sido uno de los estudiantes que presenta un cambio entre los subniveles I a III; por su parte E10 presenta cambio de los subniveles I a II.

En la tabla 19 se presenta un paralelo entre las respuestas pos-test y pre-test para E1.

Tabla 18. Paralelo pos-test y pre-test para E1.

Análisis estudiante E1			
(P3). Si a una planta se le arrancan las hojas esta muere		(P4). Dibuja una planta alimentándose, explica cómo lo hace y de qué se alimenta.	
Verdadero	Falso	Duda	¿Por qué?
Pre-test	Post-test	Pre-test	Post-test
	Verdadero. Ya que la planta no tendría donde fabricar su alimento ya que ella necesita agua, dióxido de carbono, energía solar y cloroplasto ya que en el cloroplasto es donde fabrica su propio alimento que es la glucosa y su desecho que es el oxígeno, ya que en las hojas tiene el cloroplasto, y el cloroplasto tiene la clorofila, la clorofila es la que le da el color verde a las plantas ya que absorbe los rayos ultrasolares absorbiendo el color azul y devolviendo el color verde así le da el color verde a las plantas.	La planta recibe los rayos y extrae las sustancias y el agua de la tierra.	La planta fabrica su propio alimento pero para esto necesita dióxido de carbono, luz solar y agua así fabrica la glucosa que es su alimento y desecha el oxígeno claro que este proceso se realiza en la hoja y en las hojas está el cloroplasto y en el cloroplasto esta la clorofila que es la que le da el color verde a las plantas. Cuando la consumimos nos transfiere energía química y respiramos el oxígeno que es lo que desechan. $6\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O} + \text{luz solar} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{O}_2$
Falso. Porque puede que la planta se debilite pero ella se puede volver a recuperar y le vuelven a crecer las hojas.			

(P2). Se tomó una planta y se puso en la oscuridad, al cabo de unos días está muerta. Verdadero Falso Duda ¿Por qué?

(P5). ¿Qué puedes explicar sobre lo observado?



(P6). ¿Por qué la planta es de color verde?

Pre-test	Post-test	Pre-test	Post-test	Pre-test	Post-test
Verdadero. Porque las plantas necesitan los rayos ultravioleta para poder alimentarse.	Verdadero. Porque las plantas necesitan de la luz solar para producir su propio alimento y así la planta no tendría como alimentarse ya que para crear su propio alimento necesita dióxido de carbono agua y luz solar para crear la glucosa y si no tiene luz solar no tiene forma para crear su propio alimento.	La imagen indica que aquella planta se está alimentando de los rayos ultravioleta del sol.	Que la planta está recibiendo luz solar ya que ella llega a la tierra en forma de radiación electromagnética ya que la planta necesita luz, como también el dióxido de carbono y el agua produciendo la glucosa que es su alimento y desechando el oxígeno.	Porque las sustancias que la planta extrae de la tierra hacen que su color sea verde.	Porque la planta en las hojas tiene cloroplastos que es el que se realiza la fotosíntesis y en el cloroplasto está la clorofila ya que ella absorbe los rayos ultravioleta y absorbe el color azul y devuelve el verde así le da el color verde.

(P1) ¿Qué ocurriría si desaparecieran todas las plantas de la tierra? Justifica tu respuesta

Pre-test	Pos-test
Nos quedaríamos sin aire para poder respirar y nos moriríamos por que las plantas son las que limpian el aire que respiramos.	No tendríamos oxígeno y alimento por que la planta fabrica su alimento nos pasa energía química ya que ella necesita luz solar para fabricar su alimento ya que lo convierte en energía química también necesita el dióxido de carbono y el agua así crea su propio alimento que es la glucosa y desecha oxígeno que también es un producto y se acabaría nuestra existencia.

Del análisis de las respuestas de E1 antes de la intervención se deduce que no reconoce las funciones de hoja ni tallo en las plantas, asigna a la raíz una función de extracción de sustancias y agua. Considera que la luz es importante para el funcionamiento de la planta sin justificar su importancia. No hace mención de cloroplastos, ni clorofila, no reconoce que la fotosíntesis es la síntesis de materia orgánica a partir de sustancias sencillas en presencia de luz solar, no hace alusión a la importancia del CO<sub>2</sub> para la nutrición vegetal y mucho menos relaciona la hoja con su absorción. Reconoce que las plantas son indispensables para la respiración; sin embargo les asigna una función de limpieza del aire sin hacer mención del oxígeno. Ideas que concuerdan con las expresadas por Cañal, (1990); Charrier, (2006); Saenz, (2012) y González, (2009)

Gran parte de los estudiantes piensan que las plantas obtienen todo su alimento del suelo, por medio de las raíces. Esta es la idea más extendida entre los estudiantes. Desconocen la función de la hoja, para muchos esta sirve para captar el agua y No hacen alusión a la función del tallo. Los gases necesarios para la fotosíntesis son absorbidos por las raíces y tallos, no por las hojas.

Tienen dificultad para diferenciar las sustancias orgánicas de las inorgánicas. Cuando los alumnos enumeran los alimentos, no consideran el CO<sub>2</sub>. Los estudiantes tienen dificultad para percibir que la fotosíntesis es un proceso de transformación de materia que se realiza en el interior de las células y la asociación a un intercambio gaseoso. Desconocen la función de la fotosíntesis.

Por lo general no menciona la clorofila o desconocen su función y si la nombran le atribuyen una gran cantidad de funciones. Desconocen si las plantas necesitan luz y en los casos en que las mencionan le atribuyen funciones como: vivir, crecer, tener buena salud, dar color a la planta.

Las transformaciones de energía solar en energía química por lo general no se

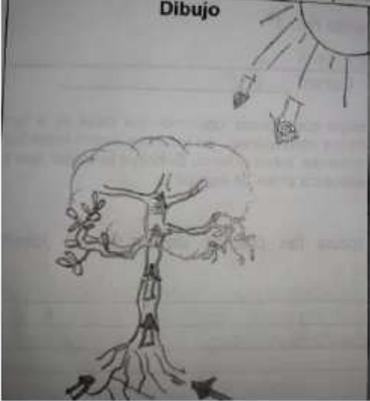
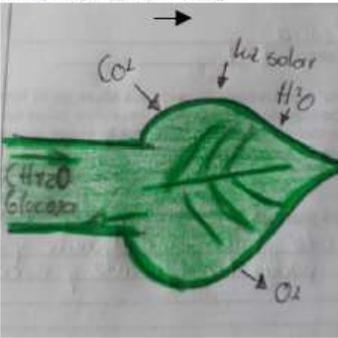
mencionan, no obstante conocer que las plantas necesitan luz. En pocos casos se menciona la producción de hidratos de carbono. No perciben que la supervivencia de los animales se debe no solo al vegetal como productor de materia orgánica sino como verdadero suministrador de O<sub>2</sub> a la atmosfera. Concepto ampliamente difundido entre los estudiantes del estudio.

Después de la intervención se evidencia cómo E1 avanzó significativamente en sus ideas sobre el proceso de la fotosíntesis, así: Reconoce que en la hoja ocurre el proceso de la fotosíntesis y que esta contiene cloroplastos y clorofila, asigna a la raíz la función de absorción de nutrientes y agua; no hace mención de la función del tallo lo que de nuevo parece ser un error en el diseño de las guías. Reconoce que la luz solar es una forma de energía que es transformada en energía química, identifica que en el proceso de fotosíntesis se sintetiza glucosa y oxígeno a partir de sustancias sencillas como dióxido de carbono y agua con la intervención de la luz solar. Es de resaltar el uso de fórmulas químicas y el empleo de la ecuación química de la fotosíntesis para referirse a ella. A su vez, el estudiante asigna la función de cloroplastos y clorofila y trata de dar una explicación del color verde de las plantas a partir de la absorción de luz por parte de la clorofila. E1 reconoce que sin las plantas no habría vida ya que estas nos aportan oxígeno y alimento; a su vez relaciona este alimento con energía química.

En la tabla 20 se presenta un paralelo entre las respuestas del pos-test y pre-test para E10.

*Tabla 19. Paralelo pos-test y pre-test para E10.*

<b>Análisis estudiante E10</b>	
<b>(P3). Si a una planta se le arrancan las hojas esta muere</b> <b>Verdadero Falso Duda ¿Por qué?</b>	<b>(P4). Dibuja una planta alimentándose, explica cómo lo hace y de qué se alimenta.</b>

Pre-test	Post-test	Pre-test	Post-test
Falso. Porque no se ha dañado el tallo de la planta.	Verdadero. Porque si le arrancamos todas las hojas la planta morirá porque no tiene con que atraer los rayos solares y el CO <sub>2</sub> para hacer adecuadamente la fotosíntesis	La planta atrae la luz solar agua y nutrientes de la tierra para poder hacer la fotosíntesis. 	Lo hace por medio de la fotosíntesis $6\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{luz solar} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{O}_2$ 

(P2). Se tomó una planta y se puso en la oscuridad, al cabo de unos días está murió Verdadero Falso Duda ¿Por qué?		(P5). ¿Qué puedes explicar sobre lo observado?	(P6). ¿Por qué la planta es de color verde?
---	--	--	---

Pre-test	Post-test	Pre-test	Post-test	Pre-test	Post-test
Verdadero. Porque todas las plantas necesitan luz para poder crecer.	Verdadero Porque las plantas necesitan de la luz solar para poder crear su propio alimento entonces al no tener luz la planta no crecerá no tomara color y moriría por que no tendría la energía lumínica necesaria.	Que no importa en que lugar está la planta si tiene luz podría crecer normalmente.	Que las plantas necesitan siempre la luz solar o lumínica para su crecimiento y para la preparación de la fotosíntesis ya usa esa energía lumínica y la transforma en energía química que la almacena.	Por la fotosíntesis.	Las plantas son verdes porque en sus cloroplastos se encuentran la clorofila que es aquella molécula que le da el color verde a las plantas, que se encuentra en las hojas.

(P1) ¿Qué ocurriría si desaparecieran todas las plantas de la tierra? Justifica tu respuesta	
Pre-test	Pos-test
Si desaparecieran las plantas todo lo que hay en la tierra dejaría de existir por que no tendríamos alimentos, oxígeno.	Si desaparecieran las plantas todo lo que hay en la tierra dejaría de existir por que no tendríamos alimentos, oxígeno.

Del análisis de las respuestas de E10, antes de la intervención, se puede deducir que desconoce las funciones de hoja y tallo en las plantas, asigna a la raíz una función de extracción de sustancias y agua necesarias para el proceso de la fotosíntesis. Considera que la luz es importante para el funcionamiento de la planta y la relaciona con la fotosíntesis sin dar a entender su función en el proceso. No hace mención de cloroplastos ni clorofila, no reconoce que la fotosíntesis es la síntesis de materia orgánica a partir de sustancias sencillas en presencia de luz solar, no hace alusión a la importancia del CO<sub>2</sub> para la nutrición vegetal y mucho menos relaciona la hoja con su absorción. Reconoce que las plantas son indispensables para la vida en la tierra porque estas suministran alimento y oxígeno a los demás seres vivos.

Ideas que concuerdan con las expresadas por Cañal, (1990); Charrier, (2006) y Saenz, (2012).

Después de la intervención el estudiante reconoce que en la hoja ocurre el proceso de fotosíntesis y asocia este proceso con la transformación de dióxido de carbono y agua en presencia de luz solar en glucosa y oxígeno. Emplea formulas químicas y la ecuación química de la fotosíntesis es sus explicaciones, relaciona la luz con una forma de energía que es transformada en energía química. Identifica que los cloroplastos contienen la clorofila y que esta es la responsable del color verde de las plantas. En la relación de las plantas con los demás seres vivos sus concepciones fueron iguales a las expresadas antes de la intervención donde expresa que las plantas aportan alimento y oxígeno a los demás seres vivos.

Para E1 y E10 se observa un cambio conceptual referente al concepto de fotosíntesis; ambos destacan la importancia de la hoja, cloroplastos, clorofila y raíz en el proceso; ninguno hace alusión al tallo y vasos conductores; ambos relacionan la fotosíntesis con la transformación de agua y dióxido de carbono en presencia de luz solar en glucosa y oxígeno; y asocian este proceso con la transformación de energía lumínica en energía química. Ambos reconocen que las plantas producen alimentos y oxígeno que son necesarios para el mantenimiento de la vida.

Ambos emplean formulas químicas y ecuaciones química en sus explicaciones. Los anteriores elementos se encontraban ausentes casi por completo antes de la intervención. Sin embargo es de destacar que los argumentos de E1 fueron mucho más explícitos y completos que E10.

## 8 Conclusiones

Partiendo de los resultados y análisis realizado a lo largo de este trabajo, se exponen las conclusiones que dan cuenta de la respuesta a la pregunta.

¿Cómo cambian las ideas previas del concepto de fotosíntesis, en estudiantes de grado octavo de la Institución Educativa Rural Giovanni Montini, del municipio de Manizales.

Después de una intervención con metodología Escuela nueva?

Para dar respuesta a este interrogante, lo primero fue identificar las ideas previas de los estudiantes, entre las que destacan: Nivel organismo: Es frecuente que los estudiantes piensen que las plantas obtiene su alimento del suelo, por medio de las raíces.

Desconocen la función de la hoja, no la consideran vital para la planta y algunos asignan funciones estéticas

Desconocen la función del tallo y su importancia en el proceso de la fotosíntesis.

En el nivel celular los estudiantes: entienden que las plantas necesitan luz solar, pero desconocen por completo la necesidad de la luz en el proceso de la fotosíntesis.

Desconocen la función de los cloroplastos y la clorofila

No dan cuenta de la existencia del proceso de la fotosíntesis

Da al agua el papel central en la nutrición

No comprenden que las plantas emplean materia inorgánico para formar materia orgánica y para ello necesita energía y una serie de sustancias:  $H_2O$ ,  $CO_2$  y sales minerales

El análisis para el nivel ecológico, mostro que los estudiantes perciben las plantas como seres indispensables para la vida en el planeta; sin embargo no dan cuenta de que los vegetales son los productores del ecosistema; la fotosíntesis es la única forma de introducir materia orgánica en el ecosistema y que las plantas desprenden  $O_2$  a la atmósfera, como producto de

desecho de su actividad fotosintética.”

Se puede concluir, que a pesar de años de instrucción formal, los estudiantes responden con base a su experiencia cotidiana y no dan cuenta de los conceptos aceptados por la comunidad científica. Estas ideas coinciden con las expuestas por Charrier (2006 P 403); Gonzalez, (2009 P 38); Angosto (2018 P 89); Afanador, (2016 P 13) y Cañal, (1990 P 233).

Una vez identificadas las ideas previas de los estudiantes y realizada la mediación con metodología escuela nueva, se identifican las nuevas ideas que tienen los estudiantes sobre la fotosíntesis, obteniendo: Nivel organismo: Identifican que las plantas absorben sustancias por las raíces (agua, sales) y el CO<sub>2</sub> del aire por las hojas, al igual comprenden que el O<sub>2</sub> es expulsado por las hojas. Aun no dan cuenta de la función del tallo, lo que sugiere un error en el diseño de las guías. Después de la intervención se observa una mejoría en la definición del concepto; con relación a sus ideas previas, se destaca el empleo de fórmulas químicas.

En el nivel Celular, El 80% de los estudiantes asocian la necesidad de luz por parte de la planta como una forma de obtener energía. Identifican la hoja, cloroplastos y clorofila como estructuras relacionadas con la fotosíntesis. Reconocen el agua y el dióxido de carbono como sustancias necesarias para realizar la fotosíntesis y la glucosa como el producto de esta, reconoce que la planta fabrica su propio alimento y libera oxígeno como desecho. Se destaca el empleo de fórmulas y ecuaciones químicas para describir el proceso

En el nivel ecológico se encuentra que los estudiantes perciben las plantas como seres indispensables para la vida en el planeta. Coinciden en que las plantas son indispensables para la producción de oxígeno y alimentos; ninguno profundiza sobre redes tróficas o hace alusión al proceso de la fotosíntesis.

Analizada la influencia que tiene la intervención con metodología escuela nueva sobre el concepto de fotosíntesis, en los estudiantes de grado octavo de la Institución Educativa Rural

Giovani Montinni del municipio de Manizales, se concluye que la metodología escuela nueva permite cambio conceptual. Se evidencio una mejoría en todos los niveles estudiados.

En un pre-test de 100% de estudiantes en DI, se logró un progreso del 73.33% a DII y del 6.66 a DIII; De 100% de estudiantes en CI; se logró un progreso del 33.33% a CII y del 20% a CIII y de un pres-test del 93,33% en SI se logró un progreso del 53.33% a SII y del 13.33 % aSIII. Después de la intervención con metodología Escuela nueva.

Los estudiantes inicialmente basaban sus respuestas en el conocimiento común; después de la intervención lograron el uso de conceptos, símbolos y terminología propios de la ciencia.

Se puede inferir que la metodología escuela nueva, la cual propicia un aprendizaje activo, participativo, cooperativo y la intervención con guías de interaprendizaje ; la cual indaga las ideas previas de los estudiante en el momento A vivencia y presenta una secuencia de actividades que se integran de manera sincrónica para la apropiación de los aprendizajes; ha demostrado ser efectiva promoviendo cambio conceptual del concepto de fotosíntesis en los estudiantes de la IERGM. Sin desconocer que se deben buscar mejoras a la metodología.

## 9 Recomendaciones.

No existen fórmulas mágicas ni panacea para la construcción del conocimiento, este es un proceso lento y dificultoso que se ve influenciado por gran variedad de variables que lo hace ser un proceso muy complejo, como lo evidencia nuestro estudio y otros tantos.

Entre esta complejidad de variables la metodología y el área de estudio son determinantes a la hora de fomentar el aprendizaje. Basado en el estudio cambio conceptual sobre fotosíntesis empleando metodología Escuela nueva en estudiantes de grado octavo de la Institución Educativa Rural Giovanni Montini del municipio de Manizales, realizamos las siguientes recomendaciones con el fin de mejorar la calidad de la enseñanza-aprendizaje de las ciencias naturales y específicamente del concepto de fotosíntesis.

- Como resultado de este estudio, y consecuente con lo expuesto por diferentes autores, se resalta que las ideas referentes al concepto de fotosíntesis son bastante generalizadas entre los estudiantes, por lo tanto se invita a tener en cuenta estas ideas previas a la hora de diseñar las estrategias de transposición didáctica. Diseñar intervenciones que ataquen las ideas generalizadas en los estudiantes.
- En los resultados del estudio se concluyó que la metodología Escuela nueva propiciaba el aprendizaje del concepto de fotosíntesis en los estudiantes; sin embargo, hubo estudiantes en los que no se observó cambio conceptual y muy pocos estudiantes alcanzaron desempeños altos en los diferentes niveles, lo que conlleva a tener que plantear mejoras en la implementación de la metodología. Se sugiere la implementación de estrategias metacognitivas en el desarrollo de la metodología.
- Los recursos empleados durante la transposición didáctica se basaron casi exclusivamente en fuentes de información tradicionales: libros de texto, guías de

interaprendizaje, videos y laboratorios. Se sugiere combinar estas estrategias con otras que hayan demostrado su efectividad en la enseñanza de la fotosíntesis.

- Aunque se priorizó la articulación de diferentes disciplinas entorno al concepto de fotosíntesis, a los estudiantes se les dificultó articularlo y lo asimilaron de forma fragmentada, por lo que se sugiere no hacer diferenciaciones tan marcadas entre las diferentes disciplinas durante la intervención.
- Invitar a los docentes a una constante formación, promover experiencias de innovación educativa y elaboración de investigaciones referentes a la enseñanza- aprendizaje de la fotosíntesis. Al igual que incentivar en los docentes a documentar las estrategias que han dado mejor resultado en su enseñanza de la fotosíntesis.

## Bibliografía

- Afanador Castañeda, H. A., & Mosquera Suárez, C. J. (2016). A Case Study in the Teaching and Learning of Photosynthesis and Respiration in Plants Based on a Teaching Unit. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, (40), 50-80.
- Angosto Sánchez, I. (2018). Didáctica de la nutrición vegetal: análisis de los principales manuales de fisiología vegetal y de las concepciones de los estudiantes del Máster Universitario en Formación del Profesorado de ESO y Bachillerato de la UCM.
- Astudillo, H., & Gene, A. (1984). Errores conceptuales en biología. La fotosíntesis de las plantas verdes. *Enseñanza de las Ciencias*, 2(1), 15-16.
- Cañal, P. (1990). *La enseñanza en el campo conceptual de la nutrición de las plantas verdes: Un estudio didáctico en la educación básica*. Sevilla: Universidad de Sevilla.
- Cañal, P. (1992). *Módulos didácticos. 1. ¿cómo mejorar la enseñanza sobre la nutrición de las plantas verdes?* Sevilla: Junta de Andalucía. Consejería de educación y ciencia.
- Cañal, P. (2014). La fotosíntesis y la «respiración inversa» de las plantas: un problema en la secuenciación de los contenidos? *Alambique : Didáctica de las Ciencias Experimentales*(14), 21-36. Obtenido de Researchgate.
- Charrier, M., Cañal, P., & Rodrigo, M. (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*, 24(3), 401-410.
- Driver, R., Guesne, E., & Tiberghien, A. (1985). *Children's ideas in science*. UK: McGraw-Hill Education.
- Ministerio de Educación Nacional; Ley General de Educación y Desarrollos Reglamentarios, Ley 115

- de 1994. Bogotá, D.C
- Garriz, A. (2009). La afectividad en la enseñanza de la ciencia. *Educación química*, 20(1), 212-219.
- Gil, D. (1985). El futuro de la enseñanza de las ciencias: algunas implicaciones de la investigación educativa. *Revista de educación* (278), 27-38.
- Gil, D. (1987). Los errores conceptuales como origen de un nuevo modelo didáctico: de la búsqueda a la investigación. *Revista Investigación en la Escuela* (1), 35-41.
- Gómez, F. (2007). *Constitución Política de Colombia* (24 ed.). Bogotá, 2007: Leyer.
- González, C., Martínez, C., & García, S. (2009). Problemática de la nutrición vegetal en la educación obligatoria. Una propuesta de secuencia. *Revista de Educación en Biología* (12), 36-43.
- González, C., Martínez, C., & García, S. (2014). El modelo de nutrición vegetal a través de la historia y su importancia para la enseñanza. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 11(1), 2-12.
- Hernández-Sampieri, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación: 6a ed. México. McGraw-Hill*. (6 ed.). México: McGraw-Hill.
- ICFES. (2020). *Resultados individuales*. Obtenido de ICFES.GOV.CO:  
<https://www.icfes.gov.co/resultados-saber-11>
- ICFES. (2020b). *Saber 11.º Niveles de desempeño. Prueba de ciencias naturales*. Obtenido de [www2.icfes.gov.co](http://www2.icfes.gov.co): <https://bit.ly/355hbnb>
- Junta de Andalucía. Consejería de Educación y Ciencia. (1992). *Módulos didácticos. 1. ¿Cómo mejorar la enseñanza sobre la nutrición de las plantas verdes?* España: Instituto Andaluz de Formación y Perfeccionamiento del Profesorado.
- Oliva, J. M. (1999). Algunas reflexiones sobre las concepciones alternativas y el cambio

- conceptual. *Enseñanza de las ciencias*, 17(1), 93-107.
- Osborne, R. J., & Wittrock, M. C. (1983). Learning science: A generative process. *Science education*, 67(4), 489-508.
- Ossa, A., & Cortés, A. (2009). La Pos primaria rural con metodología ESCUELA NUEVA. *Manizales: Espacio gráfico comunicaciones SA*.
- Pozo, J. (1993). Psicología y didáctica de las ciencias de la naturaleza ¿concepciones alternativas? *Infancia y aprendizaje*(62-63), 187-204.
- Pozo, J. I., & Carretero, M. (1987). Del pensamiento formal a las concepciones espontáneas: ¿Qué cambia en la enseñanza de la ciencia? *Infancia y aprendizaje*, 10(38), 35-52.
- Pozo, J. I., & Gómez, M. Á. (1998). *Aprender y enseñar ciencia: del conocimiento cotidiano al conocimiento científico*. España: Ediciones Morata.
- Pozo, J. I., & Rodrigo, M. J. (2001). Del cambio de contenido al cambio representacional en el conocimiento conceptual. *Infancia y aprendizaje*, 24(4), 407-423.
- Pozo, J. I., Sanz, A., Gómez, M. Á., & Limón, M. (1991). Las ideas de los alumnos sobre la ciencia: una interpretación desde la psicología cognitiva. *Enseñanza de las Ciencias*, 9(1), 83-94.
- Ramírez, E. I. (2017). *La Escuela Nueva desde la comprensión de la práctica pedagógica de los profesores*. Manizales: Universidad de Manizales – Cinde.
- Sáenz, J. E. (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*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
- Tamayo, Ó. E. (2002). De las concepciones alternativas al cambio conceptual en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias. *Planilla educativa*, 2(1), 57-65.
- Tamayo, Ó. E. (2009). *Didáctica de las ciencias: La evolución conceptual en la enseñanza y el*

*aprendizaje de las ciencias*. Manizales: Universidad de Caldas.

Vega, Y. L., Torres, N. Y., & Pedreros, E. Y. (2020). Concepciones de los estudiantes de un contexto rural sobre la fotosíntesis. *Praxis & Saber*, 11(27), e11298-e11298.

Vosniadou, S. (2009). *International handbook of research on conceptual change*. UK: Routledge.

## 10 Anexos

### Anexo 1: Cuestionario para la recolección de información Fotosíntesis

#### Cuestionario para la recolección de información Fotosíntesis

Nombre: \_\_\_\_\_

Edad: \_\_\_\_\_ Curso: \_\_\_\_\_

Te pido que respondas el siguiente cuestionario lo mejor que puedas, utilizando tus ideas de la forma que consideres más correcta. Si tienes duda en alguno de los interrogantes, no inventes, indica todas tus dudas con claridad así podré saber que es lo más difícil de entender sobre el tema.

#### **Subraya lo mejor que puedas**

Lee las preguntas con tranquilidad y piensa bien tu respuesta antes de escribir.

Muchas gracias por tú colaboración.

- ¿Qué ocurriría si desaparecieran todas las plantas de la tierra? Justifica tu respuesta

---

---

---

---

- Dibuja una planta alimentándose, explica cómo lo hace y de qué se alimenta.

<p style="text-align: center;"><b>Dibujo</b></p>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Observa la imagen</li> </ul>	<p>¿Qué puedes explicar sobre lo observado?</p>
	

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Observa la imagen</li> </ul>	<p>¿Por qué la planta es de color verde?</p>
	

- Se tomó una planta y se puso en la oscuridad, al cabo de unos días esta murió  
 Verdadero     Falso     Duda

¿Por qué?

---

---

- Si a una planta se le arrancan las hojas esta muere  
 Verdadero     Falso     Duda

¿Por qué?

---

---

## Anexo 2. Intervención 1. Reacción química.

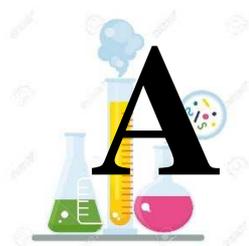
Área: CIENCIAS NATURALES Y E. AMBIENTAL Asignatura: BIOLOGÍA

Docente: Lic. José Mayil Martínez Betancur Fecha: \_\_\_\_\_

Estudiante: \_\_\_\_\_ Grado: OCTAVO

**Eje Temático: Reacción química.**

**Indicadores de Desempeño: Identifico que una ecuación química es una representación abreviada de una reacción química, en la que se emplean símbolos o fórmulas de los reactivos y los productos.**



### Vivencia.



1. ¿Qué está ocurriendo en la imagen?
2. ¿Qué sustancias se consumen y cuáles se están formando?

# B Fundamentación científica

Realiza la lectura del siguiente texto.

## **Reacción química.**

Una reacción química, también llamada cambio químico o fenómeno químico, es todo proceso termodinámico en el cual dos o más sustancias (llamadas reactantes o reactivos), se transforman, cambiando su estructura molecular y sus enlaces, en otras sustancias llamadas productos. Los reactantes pueden ser elementos o compuestos. Un ejemplo de reacción química es la formación de óxido de hierro producida al reaccionar el oxígeno del aire con el hierro de forma natural, o una cinta de magnesio al colocarla en una llama se convierte en óxido de magnesio.

## **Ecuaciones químicas.**

Las reacciones químicas se expresan o representan mediante ecuaciones químicas.

Una ecuación química es una representación abreviada de una reacción química, en la que se emplean símbolos o fórmulas de los reactivos y los productos.

Los reactivos se escriben a la izquierda y los productos a la derecha y se unen mediante una flecha. El sentido de la flecha indica el transcurso de la reacción y debe leerse como "produce" o "da origen a".  $\longrightarrow$

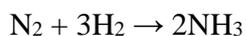
Reactivos Productos

Para escribir las ecuaciones químicas, se emplean símbolos adicionales que representan características de los reactivos y de los productos, por ejemplo, el estado en que se encuentran, como puedes apreciar en la tabla que aparece a continuación:

Símbolo	Características
(s)	Sólido
(l)	Líquido
(g)	Gas
(ac)	Acuoso
E	Energía
↓	Gas liberado
↑	Sólido precipitado

En una ecuación química también se observa que las fórmulas de algunos compuestos van precedidas de un número. Este número se denomina coeficiente e indica el número de moléculas que toman parte en la reacción.

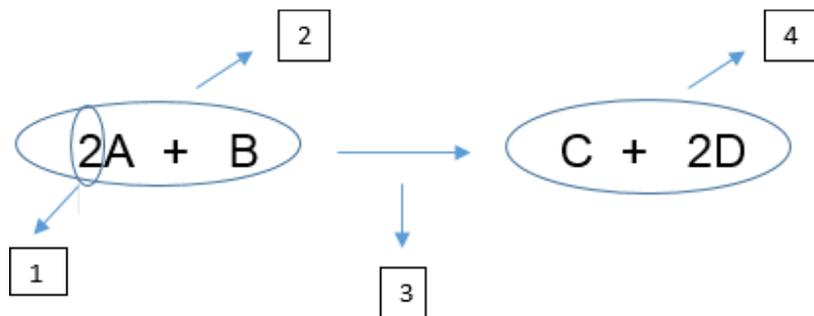
Por ejemplo, la ecuación química del proceso de formación de amoníaco a partir de la reacción entre el hidrógeno y el nitrógeno es:



La ecuación nos indica que una molécula de nitrógeno se combina con tres moléculas de hidrógeno para generar dos moléculas de amoníaco.

## C Ejercitación

1. ¿Qué es una reacción química?
2. ¿Qué es una ecuación química?
3. ¿Qué requisitos se deben tener en cuenta al escribir una ecuación química?
4. Identifique que nombre recibe cada una de las partes de la ecuación química representada a continuación.



5. Coloque dentro del paréntesis el número de la palabra o símbolo de la izquierda que corresponda al enunciado de la derecha.

1. (g)	( ) Sustancias que la reacción produce.
2. Reactivos	( ) Indica que el producto es un precipitado.
3. (ac)	( ) Representa de forma simbólica lo que ocurre en una reacción química.
4 	( ) Abreviatura utilizada para indicar que el elemento o compuesto se encuentra en estado líquido.
5. 	( ) Son los materiales de partida de una reacción.
6. (l)	( ) Separa reactivos de productos
7. Ecuación química	( ) Abreviatura utilizada para indicar que el elemento o compuesto se encuentra en estado gaseoso.
8. (s)	( ) Abreviatura utilizada para indicar que el elemento o compuesto se encuentra en solución acuosa.
8. Productos.	( ) Abreviatura utilizada para indicar que el elemento o compuesto se encuentra en estado sólido.

## D Aplicación

La fotosíntesis es un proceso que transforma la energía de la luz del sol en energía química. Consiste, básicamente, en la elaboración de C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O<sub>6</sub> (glucosa) a partir del CO<sub>2</sub> (dióxido de carbono) y H<sub>2</sub>O (agua) con la ayuda de la luz solar. Es decir forman materia orgánica (glucosa) y O<sub>2</sub> (oxígeno).

1. En el proceso de la fotosíntesis ¿Cuáles son los reactivos? ¿Cuáles son los productos?
2. Escriba la ecuación que representa el proceso de la fotosíntesis. Recuerde que el O<sub>2</sub> y CO<sub>2</sub> son gases.

### Anexo 3. Intervención 2. Balanceo de ecuaciones químicas.

Guía tomada de [https://oa.ugto.mx/oa/oa-rg-0001375/clase\\_1\\_balaneo\\_por\\_tanteo.html](https://oa.ugto.mx/oa/oa-rg-0001375/clase_1_balaneo_por_tanteo.html)

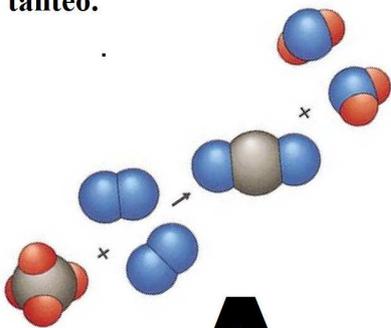
Área: CIENCIAS NATURALES Y E. AMBIENTAL Asignatura: BIOLOGÍA

Docente: Lic. José Mayil Martínez Betancur Fecha: \_\_\_\_\_

Estudiante: \_\_\_\_\_ Grado: OCTAVO

**Eje Temático: Balanceo de ecuaciones químicas por tanteo.**

**Indicadores de Desempeño: Balancear ecuaciones químicas por el método de tanteo.**



## A Vivencia.

1. ¿En la siguiente ecuación química cuántas moléculas de CH<sub>4</sub>, O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O hay?



## B Fundamentación científica

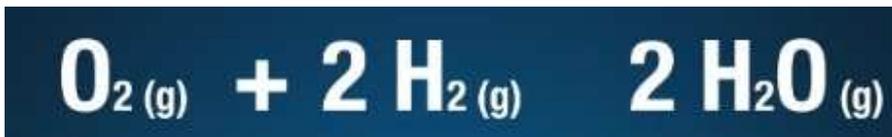
Realiza la lectura del siguiente texto.

**BALANCEO DE ECUACIONES QUÍMICAS.**

Para manifestar un cambio en la materia se utiliza una ecuación química, es decir, la forma que representa cómo se altera la naturaleza de los elementos o cómo reacciona uno al contacto con otros. Si deseamos comprender estas alteraciones, debemos ser capaces de equilibrar o balancear las ecuaciones químicas.

Una reacción química consiste en el choque entre partículas que hacen posible tanto la ruptura de enlaces como la formación de nuevas uniones. Las partículas que chocan con una dirección favorable han de superar una energía mínima necesaria para que puedan romperse unos enlaces y formarse otros.

Ejemplo: por cada molécula de oxígeno que reacciona, son necesarias dos de hidrógeno para formar dos moléculas de agua. Esta reacción de síntesis produce gran desprendimiento de energía.



Para poder balancear ecuaciones lo primero que debes identificar son los coeficientes y subíndices. Si se modifican los coeficientes, cambian las cantidades de la sustancia; si se modifican los subíndices, se originan sustancias diferentes.



El método de tanteo para balancear una ecuación química consiste en igualar el número y clase de átomos, iones o moléculas reactantes con los productos a fin de cumplir la Ley de la conservación de la materia.

SIN BALANCEAR		BALANCEADA	
$\text{H}_2\text{O} + \text{N}_2\text{O}_5$	$\text{HNO}_3$	$\text{H}_2\text{O} + \text{N}_2\text{O}_5$	$2\text{HNO}_3$
Reactivo	Producto	Reactivo	Producto

**SIN BALANCEAR**

**0** Observa que el número de oxígenos en la fórmula es de 6, uno del  $\text{H}_2\text{O}$  y otro de  $\text{O}_5$ . sin embargo, en el producto de la fórmula no se muestran, por lo tanto, hay que balancear los oxígenos.

SIN BALANCEAR		BALANCEADA	
$\text{HCl} + \text{Zn}$	$\text{ZnCl}_2 + \text{H}_2$	$2\text{HCl} + \text{Zn}$	$\text{ZnCl}_2 + \text{H}_2$
Reactivo	Producto	Reactivo	Producto

**SIN BALANCEAR**

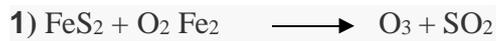
**2HCl** Si agregamos el coeficiente 2, indica que hay 2 cloros y 2 hidrógenos. Así es como la fórmula queda balanceada.

Para balancear por tanteo debes cambiar los coeficientes de reactivos y productos por ensayo error hasta que la cantidad de átomos de reactivos son iguales a los átomos de los productos en tipo y cantidad.

Nota. Cuando balanceas se acostumbra dejar para balancear al final átomos libres, oxígeno e hidrogeno.

## C Ejercitación

Balancea las siguientes ecuaciones por tanteo.



## D Aplicación

La fotosíntesis es un proceso que transforma la energía de la luz del sol en energía química. Consiste, básicamente, en la elaboración de  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$  (glucosa) a partir del  $\text{CO}_2$  (dióxido de carbono) y  $\text{H}_2\text{O}$  (agua) con la ayuda de la luz solar. Es decir forman materia orgánica (glucosa) y  $\text{O}_2$  (oxígeno). La ecuación que resume la fotosíntesis es:



1. Determinar si la anterior ecuación se encuentra balanceada, justifique su respuesta.
2. Si la anterior ecuación química se encuentra sin balancear, balancearla.

### Anexo 4. Intervención 3. Las reacciones químicas y la energía.

Área: CIENCIAS NATURALES Y E. AMBIENTAL Asignatura: BIOLOGÍA

Docente: Lic. José Mayil Martínez Betancur Fecha: \_\_\_\_\_

Estudiante: \_\_\_\_\_ Grado: OCTAVO

**Eje Temático:** Las reacciones químicas y la energía.

**Indicadores de Desempeño:**

**Identifico los cambios de energía que se presentan durante las reacciones químicas-**



## A Vivencia.

1. Durante los juegos pirotécnicos se produce luz y calor ¿A qué piensas se debe este fenómeno?

## B Fundamentación científica

Realiza la lectura del siguiente texto.

### **LAS REACCIONES QUÍMICAS Y LA ENERGÍA**

En general, los procesos químicos van acompañados de cambios de energía que pueden manifestarse de diferentes maneras:

- La reacción entre el gas butano y el oxígeno, que se emplea en las estufas, produce la energía necesaria para calentar o cocinar los alimentos.



Butano Oxígeno Dióxido de carbono Agua

- La energía necesaria para impulsar un cohete hasta el espacio exterior es proporcionada por la reacción entre la hidracina y el tetróxido de dinitrógeno:



- Para descomponer el agua en sus elementos es necesario suministrar energía. Al realizar el proceso inverso, es decir, al producir agua a partir de sus elementos, ocurre un desprendimiento de enormes cantidades de energía, en forma de luz y calor.



- La reacción que aparece a continuación describe el proceso químico que ocurre cuando arden en el aire las cerillas o fósforos. Estas contienen trisulfuro de tetrafósforo  $\text{P}_4\text{S}_3$  y, al arder, generan energía calórica y luminosa.



Los anteriores ejemplos, nos muestran que, mientras que algunas reacciones químicas producen energía, otras requieren el suministro de energía para que se puedan llevar a cabo.

### **CALOR DE REACCIÓN**

Siempre que se produce una reacción química, se produce un cambio energético. Este cambio energético se traduce en un intercambio de energía entre los reactivos, los productos y el medio ambiente.

Esta energía se puede presentar en forma de calor, luz, electricidad o movimiento, entre otras. Como, por lo general, la energía se manifiesta en forma de calor, es común hablar de calor de reacción.

El calor de reacción se define como el calor liberado o absorbido durante una reacción química.

### **INTERCAMBIOS DE CALOR EN LAS REACCIONES**

Existen reacciones químicas que, cuando se producen, generan un desprendimiento de calor; existen otras que, para que se produzcan, requieren un suministro de calor. De acuerdo con

este criterio, las reacciones químicas se clasifican **en exotérmicas o endotérmicas**, respectivamente.

### **REACCIONES EXOTÉRMICAS**

Las reacciones exotérmicas son aquellas en las que se desprende calor durante la reacción. Prácticamente todas las reacciones de combustión son exotérmicas; el ejemplo más claro lo tenemos en la combustión del butano o gas de cocina. Otros ejemplos de reacciones exotérmicas son la fermentación, la respiración celular, así como un gran número de reacciones de formación de compuestos a partir de sus elementos básicos.

Las reacciones exotérmicas poseen entalpías negativas, ejemplo.



### **REACCIONES ENDOTÉRMICAS**

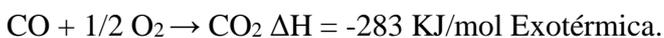
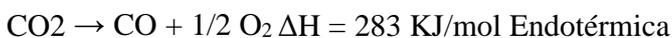
Las reacciones endotérmicas son aquellas que requieren de un suministro de energía para que ocurra la transformación química. Esta energía se suministra en la mayoría de los casos en forma de calor.

Algunos ejemplos de reacciones endotérmicas son la descomposición de la sal común (NaCl) en cloro y en sodio, y la descomposición del agua (H<sub>2</sub>O) en hidrógeno y oxígeno.

Otro ejemplo lo encontramos en la fotosíntesis, proceso en el que se dan una serie de reacciones que conllevan a la formación de glucosa a partir de dióxido de carbono y agua, con absorción de la energía que proviene de la luz solar. Las reacciones endotérmicas poseen entalpía positiva ejemplo.



Nota. Cuando se cambia el sentido de una reacción química el calor de reacción es el mismo pero con signo contrario, ejemplo.



# C Ejercitación

1. Definir:

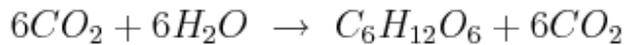
- Calor de reacción
- Reacciones exotérmicas
- Reacciones endotérmicas
- De un ejemplo de reacción exotérmica y otro de reacción endotérmica.

2. clasificar las siguientes reacciones como exotérmicas o endotérmicas, justificar tu elección.

- $\text{Cl}_2 \rightarrow 2 \text{Cl}$  ( $\Delta H = +242 \text{ KJ/mol}$ )
- $\text{C} + \text{O} \rightarrow$  ( $\Delta H = +242 \text{ KJ/mol}$ )
- $\text{O}_2 \rightarrow 2 \text{O}$  ( $\Delta H = -110,4 \text{ KJ/mol}$ )
- $\text{CO} \rightarrow \text{C} + \text{O}$  ( $\Delta H = +1074 \text{ KJ/mol}$  de agua)
- $\text{CH}_3\text{CH}_3 \rightarrow \text{CH}_3\text{CH}_2 + \text{H}$  ( $\Delta H = +423 \text{ KJ/mol}$ )
- $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \rightarrow$  ( $\Delta H = -134,4 \text{ KJ/mol}$ )
- $\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H} + \text{OH}$  ( $\Delta H = +493 \text{ KJ/mol}$  de agua)
- $\text{CH}_4 \rightarrow \text{CH}_3 + \text{H}$  ( $\Delta H = +104 \text{ KJ/mol}$ )
- $2 \text{NH}_3 \rightarrow \text{N}_2 + 3 \text{H}_2$
- $\text{O}_2 + \text{C} \rightarrow$  ( $\Delta H = -393 \text{ KJ/mol}$ )

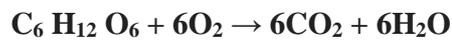
# D Aplicación

La fotosíntesis es un proceso que transforma la energía de la luz del sol en energía química. Consiste, básicamente, en la elaboración de  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$  (glucosa) a partir del  $\text{CO}_2$  (dióxido de carbono) y  $\text{H}_2\text{O}$  (agua) con la ayuda de la luz solar. Es decir forman materia orgánica (glucosa) y  $\text{O}_2$  (oxígeno).



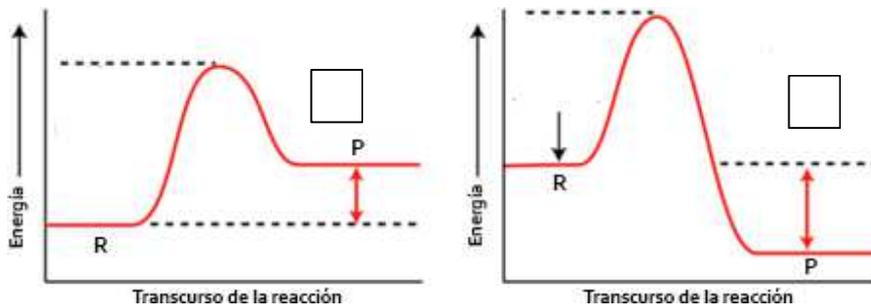
1. Clasificar la reacción de fotosíntesis como endotérmica o exotérmica. Justifica tu respuesta.

2. La respiración celular es el conjunto de reacciones bioquímicas por las cuales determinados compuestos orgánicos son degradados completamente en el interior de la célula, por oxidación. Este proceso metabólico necesita oxígeno y proporciona energía aprovechable por la célula (principalmente en forma de ATP). La reacción química global de la respiración celular es la siguiente:



¿Cuál es el valor de la entalpía para la reacción de la respiración?

3. Analiza las siguientes gráficas.



Responde.

a. Teniendo en cuenta el intercambio de energía, ¿qué tipo de reacción representa la gráfica A? y qué tipo de reacción, la gráfica B

b. De un ejemplo de reacción de la vida diaria que corresponda a la gráfica A y uno que corresponda a la gráfica B.

## Anexo 5. Intervención 4. Laboratorio reacción exotérmica.

Área: CIENCIAS NATURALES Y E. AMBIENTAL Asignatura: BIOLOGÍA

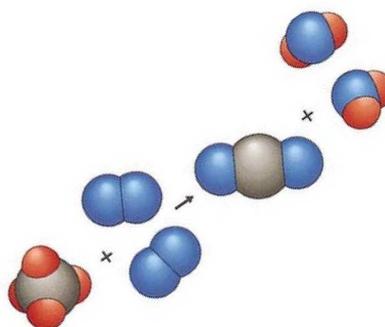
Docente: Lic. José Mayil Martínez Betancur Fecha: \_\_\_\_\_

Estudiante: \_\_\_\_\_ Grado: OCTAVO

**Eje Temático: Laboratorio reacción exotérmica.**

**Indicadores de Desempeño: Observar los cambios de temperatura que se presentan en una reacción exotérmica. .**

# A Vivencia.



1. Determine si la siguiente reacción es endotérmica o exotérmica, justifique su respuesta.



# B Fundamentación científica

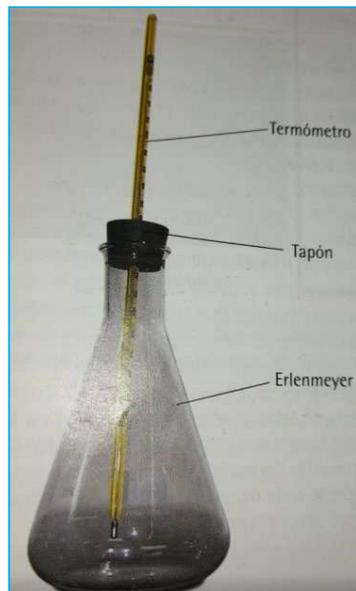
**Realiza el siguiente procedimiento.**

### **MATERIALES**

- Sulfato cúprico.
- Limaduras de hierro.
- Un termómetro de laboratorio.
- Un erlenmeyer.
- Un tapón perforado para el erlenmeyer, que permita el paso del termómetro.
- Balanza.

## **PROCEDIMIENTO**

1. Realiza un montaje como el que se muestra en la fotografía.



2. Retira el tapón con el termómetro y vierte 100ml de agua en el Erlenmeyer.

3. Mide en la balanza 20 gramos de sulfato cúprico y añádelos al agua del erlenmeyer.

Agita hasta que el sulfato se disuelva totalmente y deja reposar durante unos cinco minutos.

4. Mide en la balanza 5 gramos de limadura de hierro; agrégalos a la solución de sulfato cúprico contenida en el erlenmeyer y agita nuevamente.

5. Vuelve a poner el tapón que lleva el termómetro. Fíjate que el bulbo del termómetro toque el líquido y durante 10 minutos registra la temperatura, cada minuto.

# C Ejercitación

1. ¿Qué conclusiones puedes sacar del aumento o disminución de la temperatura durante la reacción?

2. ¿A qué crees que se debe las variaciones de temperatura?

3. ¿Liberó o ganó calor la reacción del experimento?

Justifica tu respuesta.

4. Propón una ecuación química para la reacción.

# D Aplicación

La fotosíntesis es un proceso que transforma la energía de la luz del sol en energía química. Consiste, básicamente, en la elaboración de  $C_6H_{12}O_6$  (glucosa) a partir del  $CO_2$  (dióxido de carbono) y  $H_2O$  (agua) con la ayuda de la luz solar. Es decir forman materia orgánica (glucosa) y  $O_2$  (oxígeno). La ecuación que resume la fotosíntesis es:



Si quemásemos glucosa dentro de un erlenmeyer cerrado, ¿Qué piensas ocurriría con la temperatura? Justifica tu respuesta.

## Anexo 6. Intervención 5. La fotosíntesis.

Área: CIENCIAS NATURALES Y E. AMBIENTAL Asignatura: BIOLOGÍA

Docente: Lic. José Mayil Martínez Betancur Fecha: \_\_\_\_\_

Estudiante: \_\_\_\_\_ Grado: OCTAVO

### Eje Temático: La fotosíntesis.

#### Indicadores de Desempeño:

- Identifico la evolución del concepto de fotosíntesis.
- Participo en la construcción de hipótesis sobre la nutrición de las plantas.
- Comprendo la importancia de la fotosíntesis en el mantenimiento de la vida en el planeta.

“Todo lo que le ocurra a la tierra, le ocurrirá a los hijos de la tierra”

Jefe indio Seattle



# A Vivencia.

- Dibuja una planta alimentándose, explica cómo lo hace y de qué se alimenta.

# B Fundamentación científica

Realiza la lectura del siguiente texto.

### La fotosíntesis.

El modelo de la fotosíntesis ha cambiado como consecuencia de los desarrollos científicos y cambios sociales generados a lo largo de la historia. Pasando de una “teoría del humus” hasta una serie de complejas reacciones bioquímicas que ocurren a nivel celular las cuales proporcionan la energía y materia necesaria para el funcionamiento de las plantas y otro pequeño grupo de organismos. Al mismo tiempo que es responsables de la entrada de energía en el ecosistema.

La evolución sobre fotosíntesis ha sido un proceso gradual y complejo dividido en cinco etapas.

Etapa 1. Grecia clásica y edad media.

*¿Cómo es posible que unas sustancias que reúnen unas características diferenciadas de las que constituyen el cuerpo del ser que se alimenta, lleguen a formar parte de ese cuerpo y así producir su crecimiento?*

La primera respuesta a este problema la formula Hipócrates y a continuación Aristóteles, con la “teoría del humus”:

- Las plantas, se alimentan de los restos orgánicos o humus.

Estos autores aplican los mismos criterios que poseen sobre la alimentación animal a las plantas, considerándolas como un animal invertido en el que las raíces serían la boca por la que se incorporarían los alimentos que procederían del suelo. Esos alimentos serían los restos orgánicos o humus que se acumulan en la superficie del suelo. La teoría del humus se va a mantener prácticamente sin cambios, ni discusión hasta el siglo XVII.

Etapa 2 Siglos XVI y XVII

Se generaliza que el agua es fuente de alimento del vegetal gracias al primer experimento de fisiología vegetal realizado por el médico flamenco Van Helmont, J.

El cual concluye “El agua utilizada para humedecer el suelo es la responsable de la formación de las sustancias del árbol.

Algunos años más tarde, Malpighi y Mariotte proponen que además del agua, también las sales minerales intervienen como alimento de las plantas verdes.

Etapa 3 Siglo XVIII

En 1727 el botánico Stephen Hales, considerado el padre de la fisiología vegetal, publica un libro, en el que describe como las plantas utilizan principalmente el aire para alimentarse durante su desarrollo. De esta forma proporciona respuestas válidas para muchas cuestiones que carecían de ellas hasta entonces, como pueden ser:

*¿Qué funciones desempeñan las distintas partes de una planta? ¿Circula la savia por la planta y si es así, qué fuerza la mueve? ¿Captan las plantas por medio de las raíces los alimentos ya elaborados (teoría del humus), o por el contrario éstos habrán de sufrir una transformación interna, para dar lugar a las sustancias que las forman?*

Joseph Priestley, químico inglés fue uno de los descubridores del oxígeno y realizó una serie de experiencias durante los años 1771 y 1777, relativas a la combustión y a la respiración de las plantas que le llevaron a la conclusión de que las plantas respiran pero con un intercambio gaseoso inverso al de los animales, es decir consumen CO<sub>2</sub> y desprenden O<sub>2</sub>.

Experiencia de Joseph Priestley

Objetivo: comprobar que las plantas también “respiran”.

Fase experimental: en un volumen de aire cerrado, colocó una vela encendida y un ratón y observó que al cabo de un tiempo la vela se apagaba y el ratón no sobrevivía. Posteriormente y basándose en los resultados obtenidos en esa primera experiencia, planteó una segunda experiencia. Introdujo en el mismo tipo de medio, una rama verde de menta, y observó que al cabo del tiempo la vela se mantenía encendida, y el ratón sobrevivía.

Resultados: observa que la planta de menta devuelve oxígeno al aire, creando un nuevo ambiente que permite mantener la combustión y la vida del ratón.

Conclusiones: las plantas también respiran, pero a diferencia de los animales desprenden Oxígeno. Esta “respiración” además de servir para alimentar a las plantas, enriquece de Oxígeno el medio.

No obstante Priestley no logró detectar la necesidad de la luz en este proceso, ni el papel desempeñado por el *aire fijo* (gas carbónico) en el mismo sino que fue años más tarde, cuando el médico holandés Ingen- Housz, detectó que el ingrediente nutritivo del aire para la planta es el CO<sub>2</sub>, demostrando además que esa absorción no se produce en la oscuridad sino que necesita “luz”. Por lo tanto, se añade a los hallazgos de Priestley, que el desprendimiento de oxígeno se produce únicamente con luz solar, y que sólo las partes verdes de la planta realizan dicho proceso, interpretando que:

- Las plantas realizan una respiración no uniforme, inversa a la que realizan los animales durante el día e igual a ellos durante la noche. Es decir de día consumen CO<sub>2</sub> y desprenden O<sub>2</sub> y de noche consumen O<sub>2</sub> y desprenden CO<sub>2</sub>

Esta etapa finaliza con los estudios De Saussure, sobre las relaciones cuantitativas entre el CO<sub>2</sub> absorbido por la planta y la cantidad de materia orgánica y O<sub>2</sub> producidos. A partir de dichos estudios, llega a la conclusión de que las plantas durante la incorporación del CO<sub>2</sub> también consumen agua y propone la primera ecuación para representar el proceso de la fotosíntesis:



#### Etapa 4 Siglo XIX

*¿De dónde procede el oxígeno que desprenden las plantas? ¿Cómo se produce la captación y cómo emplea la planta la luz solar? ¿Cuál es la sustancia que da color verde a las plantas y qué función tiene? ¿Es realmente necesario el humus para la nutrición de las plantas? ¿Qué naturaleza química tienen los primeros productos que se forman? ¿Respiran las plantas de forma diferente a los animales?*

Algunas de estas cuestiones obtienen respuesta rápidamente. En concreto, Pelletier y Caventou en 1817 aíslan de las hojas el compuesto responsable de su color verde, al que llamaron “*clorofila*”, cuyo significado procede de las palabras griegas “hojas verdes”. A su vez Robert Mayer en 1845, señala que las plantas transforman la energía de la luz solar en energía química. A partir de estas aportaciones y de las realizadas por Priestley se va completando poco a poco el esqueleto de la que comienza a llamarse “*teoría de la función clorofílica*”.

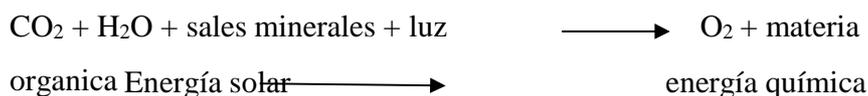
Definiéndola como:

- En presencia de luz solar, una planta toma el CO<sub>2</sub> y lo combina con agua, para formar sus tejidos, liberando O<sub>2</sub> en el proceso.

Por lo tanto resulta evidente que las plantas no sólo proporcionan alimento, sino que además renuevan las existencias de O<sub>2</sub> en el aire. Sin embargo, esto no resultaba suficiente para contradecir de forma concluyente la teoría del humus, defendida por ciertos sectores científicos todavía a mediados del siglo XIX, de ahí que antiguas y nuevas ideas coexistieran durante bastante tiempo.

Años más tarde acabará demostrándose que los compuestos orgánicos que contiene “el humus” intervienen como fuente de nutrientes para los vegetales, después de haber sido mineralizados (transformados en sales minerales) por los organismos descomponedores. De esta forma se da sentido al conocimiento práctico de los agricultores, que había sido refutado inicialmente desde la Ciencia por autores como Liebig, que mantenía que el humus no realiza ninguna aportación a la fertilidad de la planta.

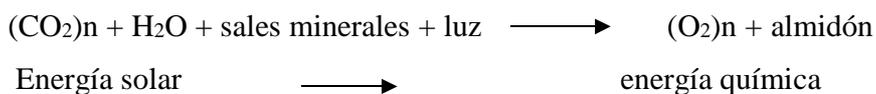
También a mediados del siglo se avanza en el conocimiento de las sustancias que intervienen en la fotosíntesis. Así, Boussingault, en 1864 llevó a cabo determinaciones precisas para conocer la relación entre el CO<sub>2</sub> consumido y el O<sub>2</sub> desprendido durante la fotosíntesis relación fotosintética- comprobando que tal relación es prácticamente la unidad. Este hecho supuso la necesidad de representar el proceso de la fotosíntesis, mediante una nueva ecuación:



En ese mismo año el botánico alemán, Sachs (Hall & Rao, 1977) observa que la clorofila descubierta por Pelletier y Caventou, no se hallaba distribuida de forma general en las células vegetales, a pesar de que las hojas ofrezcan un aspecto uniforme, sino que se encontraba localizada en pequeños “cuerpos subcelulares”, que posteriormente se llamaran, “*cloroplastos*”.

También demuestra que durante la fotosíntesis se forman gránulos de almidón.

A finales del siglo XIX Engelman determina que las clorofilas son los pigmentos activos (fotorreceptores) en la fotosíntesis y con ello se impulsa la hipótesis del formaldehído como primer producto del proceso). Dicho compuesto se formaría a partir de la unión del carbono del dióxido de carbono que se descompone durante la fotosíntesis y el agua, quedando libre el oxígeno, que se desprendería. La unión de seis moléculas de formaldehído originaría la glucosa. De tal forma que la fotosíntesis va a representarse por otra ecuación más compleja:



A finales de ese siglo Strasburger mostró de forma experimental, como se produce la circulación ascendente de la savia bruta por los vasos del xilema, lo que había sido constatado por Malpighi siglos atrás. En cuanto a la respiración, los estudios de Virchow publicados en 1858 sobre este proceso en animales precisan su localización en todas y cada una de las células del cuerpo, constatándose como un proceso que forma parte de la nutrición. También se establecen las diferencias entre el intercambio gaseoso y el proceso respiratorio que se produce en los tejidos. Todo ello favoreció la aceptación de los trabajos realizados por Sachs en 1862:

- Las plantas respiran como los animales, tanto durante el día como durante la noche, existiendo en las plantas intercambios de gases respiratorios y fotosintéticos de forma paralela.

#### Etapa 5 Siglo XX

Se produce un gran avance de la investigación en este campo. A comienzos de este siglo se hizo evidente que la fotosíntesis tiene lugar dentro de los “cloroplastos”, y que la clorofila es esencial para este proceso. Sin embargo hay otros aspectos todavía oscuros:

*¿De dónde procede el oxígeno que se desprende a la atmósfera? ¿Cómo actúa la energía de la luz? ¿Cuál es el mecanismo por el que el dióxido de carbono se transforma en hidratos de carbono? ¿Cómo influyen los diferentes factores en la intensidad fotosintética?*

El desarrollo de aparatos como el de Warburg en 1920, que permite medir los intercambios de gases respiratorios o fotosintéticos y el inicio del uso de marcadores radioactivos como el C14 y el O18, por Ruben y Kamen en 1938 en las experiencias con plantas, facilitaron los estudios sobre las transformaciones químicas que ocurren en la fotosíntesis, y con ello la respuesta de muchas de las cuestiones planteadas. Así, Hill en 1939 llevó a cabo estudios que permitieron apoyar la hipótesis de Van Niel (1900) sobre la fotólisis del agua, descubriéndose así el origen del O<sub>2</sub> que expulsan los vegetales.

Comprueba que el O<sub>2</sub> que se libera procede de la molécula del agua y no de la de dióxido de carbono, como se había supuesto en la teoría del formaldehído.

“La molécula de agua se descompone en hidrógeno y oxígeno gracias a la energía solar, proceso que denomina “*fotólisis del agua*” y esta reacción se llevaría a cabo gracias a la acción catalítica de la clorofila”

La fotólisis sería la forma en que la energía radiante de la luz solar se convertiría en energía química, pues las moléculas de hidrógeno y oxígeno contienen más energía química que la molécula de agua de la que proceden. Este conjunto de reacciones se corresponde en parte, con lo que conocemos en la actualidad como *“fase luminosa”*. Esta capacidad otorga a los vegetales una función transcendental en el medio:

- Se reconoce a las plantas como responsables de la entrada de la energía en el ecosistema, abriéndolas a una nueva dimensión más amplia y general.

Por otra parte la utilización del C14 permitió a Calvin y Benson (1948) identificar al ácido 3-fosfoglicérico como primer producto estable de la fotosíntesis. A partir de esta identificación Calvin fue descifrando y describiendo las reacciones implicadas en este proceso, que se conocen como *“ciclo de Calvin”*, denominado también como *“fase oscura”*, porque no necesita la presencia de luz para que se lleve a cabo. Su trabajo fue premiado con el premio Nobel de Química en 1961. También el uso de marcadores radioactivos permitió aclarar por fin la forma en que se produce el transporte de la savia elaborada a través del floema, hasta el momento sin descifrar por la carencia de técnicas experimentales.

Por último y en la misma época (1941), el químico Lipman inicia las investigaciones para encontrar la respuesta a una importante cuestión:

*¿Qué moléculas son capaces de “acumular esa energía” en el transcurso de los procesos metabólicos?*

El citado investigador consigue identificar ciertos compuestos de fosfato formados en el curso del metabolismo, que acumulan considerables cantidades de energía en el enlace que conecta el grupo fosfato con el resto de la molécula. Este enlace fosfato de alta energía es transferido a transportadores de energía presentes en todas las células, el más conocido es el trifosfato de adenosina, conocido como ATP.

Por último, el descubrimiento de la relación cuantitativa existente entre el CO<sub>2</sub> absorbido y la cantidad de materia orgánica generada, así como otros estudios posteriormente realizados, no ya a nivel individuo, sino a nivel celular y bioquímico permitieron conocer como se produce la acción mineralizadora del suelo por los microorganismos. Todos estos conocimientos contribuyeron a configurar el nuevo modelo

de nutrición vegetal y a conocer los procesos energéticos y los ciclos de materia que tienen lugar en el ecosistema y con ello la trascendencia de las plantas para el medio ambiente.

## C Ejercitación

1. Elabora una línea de tiempo sobre el desarrollo de la evolución del concepto de fotosíntesis.
2. Exponer tu línea de tiempo a tu profesor y compañeros.
3. Según tu respuesta a la pregunta A vivencia ¿En qué etapa sobre la evolución del concepto de fotosíntesis te encuentras?
4. Describe cual es la importancia del suelo, el agua, el aire y la luz solar en el proceso de la fotosíntesis.
5. ¿Cuáles son los productos de la fotosíntesis? ¿De qué compuesto proviene el oxígeno liberado en el proceso de fotosíntesis? ¿Cómo es almacenada la energía solar después de terminado el proceso de la fotosíntesis?
6. *“Se reconoce a las plantas como responsables de la entrada de la energía en el ecosistema”* ¿Qué significa la anterior frase?
7. Al inicio respondiste la siguiente cuestión “Dibuja una planta alimentándose, explica cómo lo hace y de qué se alimenta”. Con base a lo expuesto en la fundamentación científica ¿Cómo puedes mejorar tu respuesta?

## D Aplicación

Siembra dos semillas de frijol en materos separados, deja crecer una normalmente, la otra tápala con una cajita de catón a la cual previamente hicimos un agujero en uno de sus lados. Deja pasar de 20 días.

1. Dibuja y describe lo que ocurrió con ambas plantas.
2. Describe los más detalladamente posible ¿A qué se deben las diferencias entre las dos plantas?

# E Complementación

1. Para completar nuestros conocimientos sobre el tema, nos dirigimos a la biblioteca y consultamos acerca de los modelos atómicos y elaboramos modelos para cada uno de los compuestos que intervienen en la fotosíntesis.

## Glosario

Fotosíntesis

Fotolisis

Energía solar

Energía química

Cloroplasto

Clorofila

Trifosfato de adenosina

Compuesto orgánico.

Almidón

Fotorreceptor

C14

Ciclo de Calvin

## Anexo 7. Intervención 6. Nutrición en organismos fotosintéticos.

Área: CIENCIAS NATURALES Y E. AMBIENTAL Asignatura: BIOLOGÍA

Docente: Lic. José Mayil Martínez Betancur Fecha: \_\_\_\_\_

Estudiante: \_\_\_\_\_ Grado: OCTAVO

### Nutrición en organismos fotosintéticos.

#### Indicadores de Desempeño:

- Reconozco las estructuras involucradas en la fotosíntesis.
- Identifico las principales sustancias que intervienen en la fotosíntesis.
- Interpreto la ecuación de la fotosíntesis haciendo relación a sus reactivos y productos.

# A Vivencia.



3. Observa la siguiente imagen.  
¿Qué puedes decir al respecto?

# B Fundamentación científica

Realiza la lectura del siguiente texto.

## NUTRICIÓN EN AUTÓTROFOS

Los organismos autótrofos se pueden clasificar en **fotosintéticos y quimiosintéticos**.

### **Organismos fotosintéticos.**

Los organismos fotosintéticos son aquellos que, gracias a la energía aportada por la luz del sol, tiene la capacidad de sintetizar su propio alimento a partir de sustancias inorgánicas. Las plantas, las algas, y cianobacterias son organismos fotosintéticos. La nutrición de organismos fotosintéticos se lleva a cabo mediante dos procesos: absorción de nutrientes y fotosíntesis.

### **Nutrición en plantas.**

Las plantas han desarrollado estructuras especializadas para absorber el agua y los nutrientes que se encuentran disueltos en el suelo.

### **Absorción de nutrientes en las plantas vasculares**

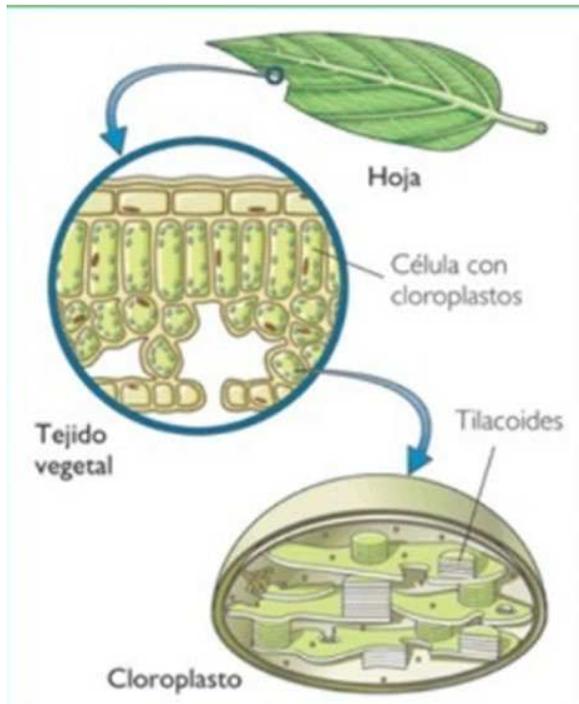
En el caso de las plantas vasculares, como cualquier árbol arbusto, la absorción de nutrientes se da a través de prolongaciones de la raíz conocidas como **pelos absorbentes**.

Los nutrientes que, por lo general, se encuentran en menor cantidad en el agua del suelo que en el citoplasma de las células de las plantas, son absorbidos por los pelos absorbentes mediante transporte activo. Una vez entran los nutrientes, el agua penetra a la raíz mediante ósmosis, debido a que queda más concentrada en el suelo que en el citoplasma de las células. Ya dentro de la raíz; el agua y los minerales viajan hacia el **xilema**, para ser distribuidos a toda la planta.

### **La fotosíntesis en las plantas**

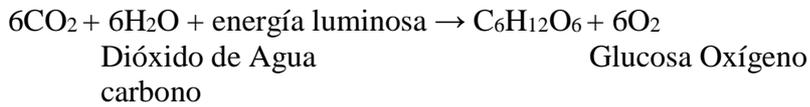
Durante el proceso de fotosíntesis las hojas de las plantas, mediante los cloroplastos, capturan la energía proveniente del sol y la convierten en energía química. Para ello, toman dióxido de carbono de la atmósfera, a través de los poros de las hojas conocidas como **estomas**, y el agua que ha sido absorbida por las raíces, y los transforman en un carbohidrato conocido **glucosa**.

Luego, la glucosa es transportada a través del floema hacia el resto de células de la planta donde, a continuación, es procesada por las mitocondrias, y convertidas en un tipo de “energía celular” conocida como ATP.



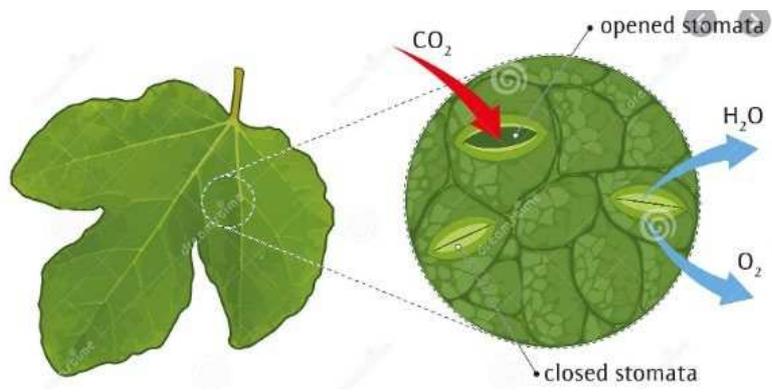
En el cloroplasto ocurre la fotosíntesis.

La reacción de la fotosíntesis, es la siguiente:



Observa que durante el proceso de la fotosíntesis se libera oxígeno.

Los estomas ubicados en la hoja, permiten la entrada de dióxido de carbono y la salida de oxígeno y agua.



# C Ejercitación

1. ¿Qué son organismos fotosintéticos? ¿Cuáles son?
2. Describa el proceso de absorción de nutrientes en las plantas vasculares.
3. Describa el proceso de la fotosíntesis y ¿cuál es su reacción?
4. Observa la siguiente imagen. ¿Qué puedes decir al respecto?



5. En la siguiente sopa de letras encontraras algunos términos relacionados con la fotosíntesis. Encuéntralos y defínelos.



# D Aplicación

1. En tu casa toma la hoja de una planta sin arrancarla y métela dentro de una bolsa. Al otro día observa la bolsa y describe lo ocurrido.

¿A qué se debe el fenómeno observado?

## Anexo 8. Intervención 7. Práctica de laboratorio la fotosíntesis.

Área: CIENCIAS NATURALES Y E. AMBIENTAL Asignatura: BIOLOGÍA

Docente: Lic. José Mayil Martínez Betancur Fecha: \_\_\_\_\_

Estudiante: \_\_\_\_\_ Grado: OCTAVO

**Eje Temático: Práctica de laboratorio la fotosíntesis.**

### Indicadores de Desempeño:

Comprendo que el bióxido de carbono, el agua y la luz son necesarios para que se realice la fotosíntesis, y la síntesis de compuestos orgánicos

Compuestos orgánicos y el desprendimiento de oxígeno es uno de los resultados del proceso de la fotosíntesis.

# A Vivencia.



- Escribo la ecuación de la fotosíntesis y señalo los reactivos y productos de dicha reacción química.

# B Fundamentación científica

Realiza la lectura del siguiente texto.

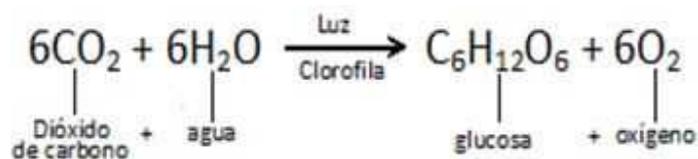
Las plantas son capaces de producir sus propios alimentos a través de un proceso químico llamado fotosíntesis. Para realizar la fotosíntesis las plantas disponen de un pigmento de color verde llamado clorofila que es el encargado de absorber la luz adecuada para realizar este proceso. Además de las plantas, la fotosíntesis también la realizan las algas verdes. Estos seres capaces de producir su propio alimento se conocen como autótrofos.

La fotosíntesis es un proceso anabólico que realizan las células vegetales que tienen cloroplastos. Estos organelos se caracterizan por contener una doble membrana que los delimita. En el interior de los cloroplastos se encuentra el estroma, que contiene sacos aplastados denominados tilacoides.

En las membranas de los tilacoides se localizan las enzimas que captan la energía luminosa necesaria para el proceso de la fotosíntesis, el cual se lleva a cabo en dos fases: luminosa y oscura.

La fase luminosa se realiza en los tilacoides. Al finalizar se produce oxígeno gaseoso, que es liberado a la atmósfera y moléculas de energía en forma de ATP. La fase oscura se efectúa en el estroma sin necesidad de luz, aunque se realiza en su presencia; al finalizar esta fase se produce un carbohidrato simple llamado glucosa.

La fotosíntesis es un proceso que transforma la energía de la luz del sol en energía química. Consiste, básicamente, en la elaboración de azúcares a partir del CO<sub>2</sub> (dióxido de carbono) minerales y agua con la ayuda de la luz solar. Es decir forman materia orgánica y oxígeno. La reacción global es, la siguiente.



Para llevar a cabo este proceso se ocupa alguna planta acuática, como ejemplo la elodea (*Anacharis* sp), planta de agua dulce, libera grandes cantidades de oxígeno, posee hojas pequeñas y delgadas, los cloroplastos de la elodea presentan una forma esférica observándolos al microscopio, y su característico color verde generado por la presencia de clorofila.

# C Ejercitación

**Realizo el siguiente procedimiento.**

## MATERIAL

- 1 embudo.
- 1 vaso de precipitados de 300 ml.
- 1 vaso de precipitados de 250 ml.
- 1 tubo de ensayo 10X200
- 1 lámpara
  
- Ramas de planta acuática (elodea)
- Fósforos de madera
- 1 palillo o aplicador de madera.

## PROCEDIMIENTO

1. Se coloca la planta acuática (elodea) dentro del embudo.
2. Colocar el embudo con la elodea dentro del vaso de precipitados de 300 ml. En forma invertida.
3. Llena con agua el vaso que contiene el embudo y la elodea, auxiliándote con otro vaso, colocando el agua muy despacio, para no generar burbujas antes de colocarle la lámpara.
4. Coloca el tubo de ensayo en el tallo o tubo del embudo.
5. Observa el desprendimiento de burbujas de la planta.
6. Prende la lámpara en dirección del embudo y la elodea y observa que sucede con el desprendimiento de burbujas.
7. Recoger el gas formado en el tubo de ensayo y posteriormente con un fósforo encendido observa lo que pasa dentro del tubo. ¿Qué es lo que sucedió? ¿Por qué ocurre esto?
8. Agrega bicarbonato de sodio al agua, ¿qué sucede con el gas formado? ¿por qué ocurrió esto?

# D Aplicación

1¿Cuáles son los productos para que se inicie la fotosíntesis?

2¿Qué es la fotosíntesis?

Si aparecen burbujas dentro del embudo,

3¿qué gas se está generando como resultado de la fotosíntesis?

4¿Cuál es su función que realiza el dióxido de carbono en la fotosíntesis?

5¿Cuál es el papel de la luz en la fotosíntesis?

6¿Qué función realiza la elodea?

7¿Qué relación existe entre la elodea, el agua y la luz?

8¿En qué proceso participa el bióxido de carbono?

## Anexo 9. Intervención 8. Cadenas tróficas.

Área: CIENCIAS NATURALES Y E. AMBIENTAL Asignatura: BIOLOGÍA

Docente: Lic. José Mayil Martínez Betancur Fecha: \_\_\_\_\_

Estudiante: \_\_\_\_\_ Grado: OCTAVO

### CADENAS TROFICAS

#### Indicadores de Desempeño:

- Identifico que es una cadena trófica.
- Reconozco la composición de las cadenas tróficas.
- Establezco cadenas tróficas a partir de un grupo de organismos.

# A Vivencia.



- ¿Qué piensas que ocurriría si desaparecieran todas las plantas del planeta? ¿Porqué?

# B Fundamentación científica

Realiza la lectura del siguiente texto.

#### Cadena alimentaria (= Cadena trófica)

Cadena trófica (del griego *throphe*: alimentación) es el proceso de transferencia de energía alimenticia a través de una serie de organismos, en el que cada uno se alimenta del precedente y es alimento del siguiente.

Cada cadena se inicia con un vegetal, productor u organismo autótrofo (autotrofo del griego *autós* =sí mismo y *trophe*=alimentación) o sea un organismo que "fabrica su propio alimento" sintetizando sustancias orgánicas a partir de sustancias inorgánicas que toma del aire y del suelo, y energía solar (fotosíntesis).

Los demás integrantes de la cadena se denominan consumidores. Aquel que se alimenta del productor, será el consumidor primario, el que se alimenta de este último será el consumidor secundario y así sucesivamente. Son consumidores primarios, los herbívoros. Son consumidores secundarios, terciarios, etc. los carnívoros.

Existe un último nivel en la cadena alimentaria que corresponde a los descomponedores. Estos actúan sobre los organismos muertos, degradan la materia orgánica y la transforman nuevamente en materia inorgánica devolviéndola al suelo (nitratos, nitritos, agua) y a la atmósfera (dióxido de carbono).

Cada nivel de la cadena se denomina eslabón.

En una cadena trófica, cada eslabón obtiene la energía necesaria para la vida del nivel inmediato anterior; y el productor la obtiene del sol. De modo que la energía fluye a través de la cadena.

En este flujo de energía se produce una gran pérdida de la misma en cada traspaso de un eslabón a otro, por lo cual un nivel de consumidor alto (ej: consumidor 3<sup>ario</sup>) recibirá menos energía que uno bajo (ej: consumidor 1<sup>ario</sup>).

Dada esta condición de flujo de energía, la longitud de una cadena no va más allá de consumidor terciario o cuaternario.

Una cadena alimentaria en sentido estricto, tiene varias desventajas en caso de desaparecer un eslabón:

- a) Desaparecerán con él todos los eslabones siguientes pues se quedarán sin alimento.
- b) Se superpoblará el nivel inmediato anterior, pues ya no existe su predador.

c) Se desequilibrarán los niveles más bajos como consecuencia de lo mencionado en a) y b).

d) Por tales motivos las redes alimentarias o tramas tróficas son más ventajosas que las cadenas aisladas.

Ejemplos de cadenas tróficas son:

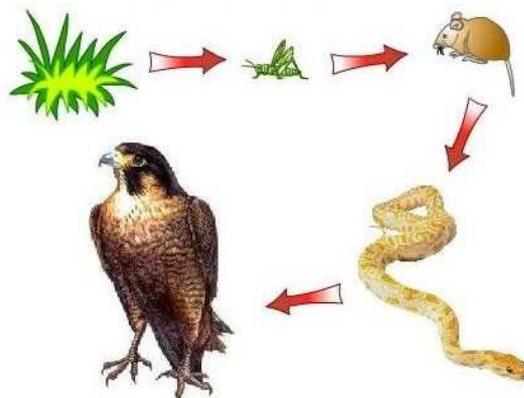


De un nivel trófico al siguiente solo se transfiere el 10% de la energía. Lo cual limita la cantidad de biomasa de cada nivel. Esto se puede representar a través de una pirámide trófica. Donde se observa que los productores están en mayor cantidad y los de menor cantidad son los consumidores terciarios.

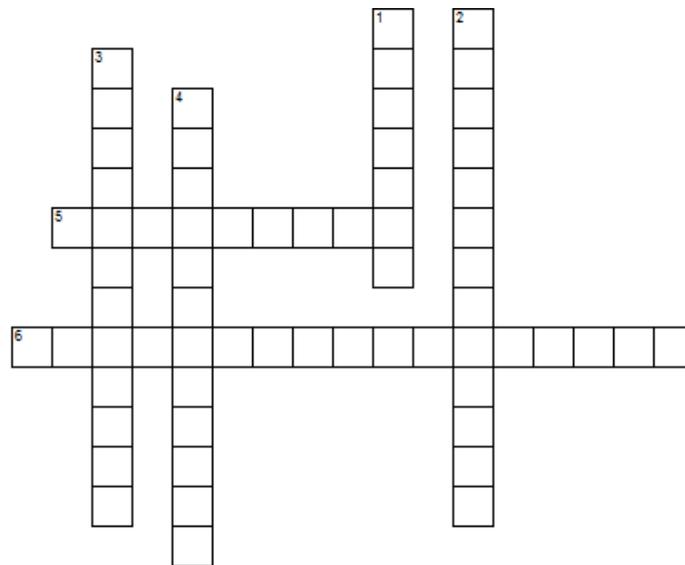


# C Ejercitación

1. ¿Qué es una cadena trófica?
2. ¿Cómo está conformada una cadena trófica?
3. ¿Qué función cumplen los productores y descomponedores en una cadena trófica?
4. ¿Qué ocurriría si desaparecieran los productores en un ecosistema?
5. Clasifique cada uno de los organismos presentes en la siguiente cadena trófica.



6. Realiza el siguiente crucigrama.



**Across**

- 5. Organismo que fabrica su propio alimento.
- 6. Proceso de transferencia de energía alimenticia a través de una serie de organismos.

**Down**

- 1. Cada nivel de la cadena
- 2. Degradan la materia orgánica y la transforman nuevamente en materia inorgánica devolviéndola al suelo.
- 3. Se alimentan del productor
- 4. Se fabrican sustancias orgánicas a partir de sustancias inorgánicas con ayuda de la energía solar.

# D Aplicación

En grupos de 6 estudiantes salir al potrero, tomar una cuerda y delimitar un área de 4m x

1. Realiza un inventario de flora y fauna para el área delimitada.
2. Establece las posibles cadenas tróficas que se puedan presentar entre las especies encontradas en tu área delimitada; grafica algunas de ellas.