



**IDENTIFICACIÓN DE LOS NIVELES ARGUMENTATIVOS Y LOS MODELOS  
EXPLICATIVOS DEL CONCEPTO DE NUTRICIÓN EN PLANTAS**

**KATTY ALEXANDRA TRUJILLO LÓPEZ**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE MANIZALES  
FACULTAD DE ESTUDIOS SOCIALES Y EMPRESARIALES  
MAESTRÍA EN ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS  
PALERMO HUILA**

**2019**

**IDENTIFICACIÓN DE LOS NIVELES ARGUMENTATIVOS Y LOS MODELOS  
EXPLICATIVOS DEL CONCEPTO DE NUTRICIÓN EN PLANTAS**

Autor

**KATTY ALEXANDRA TRUJILLO LÓPEZ**

Proyecto de investigación para optar el título de Magister en  
ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS

Director de Tesis

**Mg. YOANY ANDRÉS PATIÑO FRANCO**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE MANIZALES  
FACULTAD DE ESTUDIOS SOCIALES Y EMPRESARIALES  
MAESTRÍA EN ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS  
PALERMO HUILA**

**2019**

## **DEDICATORIA**

**A Dios, a través de María Santísima por darme la fortaleza y constancia durante todo el proceso formativo iluminando mi actuar.**

**A mí familia por su apoyo y perseverancia.**

**A mi asesor por su calidez, orientación y dedicación para ayudarme a culminar esta investigación.**

**Katty T.**

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a todos los docentes que me orientaron en este proceso formativo, en especial a la profesora Ana Milena López; brindando toda su calidez humana, conocimiento y orientaciones pertinentes. De la misma manera a los administrativos de la UAM virtual por su disposición de servicio y colaboración. A los evaluadores del proyecto por permitirme concretar la investigación y hacer realidad mi sueño, a la Institución Educativa donde laboro porque encontré apoyo, palabras de aliento y sabios consejos. A los compañeros de la maestría con quienes compartimos ideas fortaleciendo nuestro aprendizaje.

## RESUMEN

La presente investigación tiene como objetivo central identificar y caracterizar los niveles argumentativos y los modelos explicativos del concepto de nutrición en plantas con estudiantes del grado sexto de la Institución Educativa San Juan Bosco del municipio de Palermo. Se propuso una unidad didáctica basada en el ciclo de aprendizaje de Jorba y Sanmartí (1996), con cuatro fases de aprendizaje: Exploración, introducción de nuevos conocimientos, síntesis y aplicación. Dirigida a estudiantes que oscilan entre los 10 y 12 años de edad, con una unidad de trabajo de 9 estudiantes. Se propuso dos categorías; los niveles argumentativos para valorar la calidad del argumento propuesto por Tamayo (2016) y los modelos explicativos del concepto de nutrición en plantas propuesto por Velásquez (2011). Se aplicó un instrumento de lápiz y papel antes y después de la intervención didáctica para la recolección de los datos y triangulación. Se identificó en los argumentos elaborados por los estudiantes una mejor estructura, mayor coherencia e ilación en sus ideas y una tendencia a un modelo más abstracto y completo como es el precientífico molecular. Se plantea trabajar en clase de ciencias la argumentación científica como acción que favorece el desarrollo de pensamiento crítico y el conocimiento científico escolar.

**Palabras Claves:** Niveles argumentativos, modelos explicativos, conocimiento científico escolar.

## **ABSTRACT**

The main objective of this research is to identify and characterize the argumentative levels and explanatory models of the concept of plant nutrition with students of the sixth grade of the San Juan Bosco Educational Institution of the municipality of Palermo. A didactic unit based on the learning cycle of Jorba and Sanmartí (1996) was proposed, with four learning phases: Exploration, introduction of new knowledge, synthesis and application. Aimed at students between 10 and 12 years old, with a work unit of 9 students. Two categories were proposed; the argumentative levels to assess the quality of the argument proposed by Tamayo (2016) and the explanatory models of the concept of plant nutrition proposed by Velásquez (2011). A pencil and paper instrument was applied before and after the didactic intervention for data collection and triangulation. In the arguments elaborated by the students, a better structure, greater coherence and isolation in their ideas and a tendency to a more abstract and complete model such as the molecular pre-scientist was identified. It is proposed to work in science class in scientific argumentation as an action that favors the learning development of critical thinking and scholarly scientific knowledge.

**KEYWORDS:** Argumentative levels, explanatory models, scientific school knowledge.

## Contenido

1	PRESENTACIÓN .....	13
2	ANTECEDENTES .....	16
2.1	REFERENTES INVESTIGATIVOS .....	16
2.1.1	Relacionados Con La Argumentación A Nivel Internacional.....	16
2.1.2	Relacionados Con La Argumentación A Nivel Nacional .....	18
2.1.3	Locales Relacionados Con La Argumentación .....	25
3	ÁREA PROBLEMÁTICA Y PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN .....	27
3.1	ÁREA DE INVESTIGACIÓN .....	27
3.2	PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN.....	28
4	JUSTIFICACIÓN.....	29
5	REFERENTE TEÓRICO .....	31
5.1	LA ARGUMENTACIÓN.....	31
5.2	LA ARGUMENTACIÓN COMO HABILIDAD .....	36
5.3	EL LENGUAJE PARA COMUNICAR Y CONSTRUIR CONOCIMIENTO CIENTÍFICO ESCOLAR .....	37
5.4	LA ARGUMENTACIÓN Y EL CONOCIMIENTO CIENTÍFICO ESCOLAR	38
5.5	LA ARGUMENTACIÓN EN CLASE DE CIENCIAS .....	40
5.6	PERSPECTIVA TEÓRICA DE LA ARGUMENTACIÓN COMO HABILIDAD .....	41
5.6.1	Niveles Argumentativos Y El Aprendizaje De Conceptos Científicos.....	42
5.7	LOS MODELOS EXPLICATIVOS EN LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS .....	44

5.8	ABORDAJE DE LA EVOLUCIÓN HISTÓRICA DEL CONCEPTO DE “NUTRICIÓN EN PLANTAS” .....	45
5.8.1	Grecia Clásica (459 – 322 a. C). .....	46
5.8.2	Edad Media. ....	46
5.8.3	Edad Moderna. ....	47
5.8.4	Edad Cntemporánea. ....	47
5.9	MODELOS EXPLICATIVOS SOBRE LA NUTRICIÓN EN PLANTAS.....	52
5.10	DISEÑO DE UNIDADES DIDÁCTICAS PARA LA ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DE CONCEPTOS CIENTÍFICOS .....	56
6	OBJETIVOS.....	59
6.1	OBJETIVO GENERAL.....	59
6.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	59
7	METODOLOGÍA.....	60
7.1	ENFOQUE METODOLÓGICO .....	60
7.2	DISEÑO METODOLÓGICO .....	61
7.3	CONTEXTO.....	63
7.4	UNIDAD DE TRABAJO .....	63
7.5	UNIDAD DE ANÁLISIS .....	63
7.6	INSTRUMENTOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	65
7.7	UNIDAD DIDÁCTICA.....	66
7.8	PLAN DE ANÁLISIS .....	67
7.9	TÉCNICAS PARA ANALIZAR LA INFORMACIÓN .....	69
7.10	CONSENTIMIENTO INFORMADO.....	70

8	ANÁLISIS DE RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	71
8.1	ANÁLISIS DE LOS NIVELES ARGUMENTATIVOS Y LOS MODELOS EXPLICATIVOS.....	73
8.1.1	Análisis De Los Modelos Explicativos Iniciales (MEi).....	73
8.1.2	Análisis De Los Niveles Argumentativos Iniciales (NAi).....	85
8.2	MOMENTO DE LA INTERVENCIÓN DIDÁCTICA .....	89
8.2.1	Análisis de los modelos explicativos durante la intervención didáctica. ....	90
8.2.2	Análisis De Los Niveles Argumentativos Durante La Intervención Didáctica. ....	98
8.3	Análisis de los Modelos Explicativos y Niveles Argumentativos después de la intervención didáctica .....	105
8.3.1	Análisis De Los Modelos Explicativos Finales (MEf). ....	110
8.3.2	Análisis De Los Niveles Argumentativos Finales (NAf).....	118
9	CONCLUSIONES.....	128
10	RECOMENDACIONES .....	130
11	REFERENCIAS .....	130
12	UNIDAD DIDÁCTICA .....	137

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Cuadro de la estructura argumentativa de Toulmin. ....	34
Tabla 2. Niveles argumentativos propuestos por Tamayo (2016). ....	43
Tabla 3. Modelos explicativos la nutrición y características en plantas y precursores. ....	54
Tabla 4. Modelos Categorías de investigación.....	64
Tabla 5. Convenciones Para Analizar los Argumentos y los Modelos Explicativos .....	71
Tabla 6. Tendencia de los Modelos Explicativos en la Fase de Exploración de Conocimientos Previos Luego de la Aplicación del Instrumento Inicial .....	75
Tabla 7. Tendencia de los Estudiantes en la categoría de Niveles Argumentativos (NAi)..	86
Tabla 8. Tabla para referenciar la calidad de los argumentos durante la intervención didáctica. .....	99
Tabla 9. Tabla Comparativa Tendencia de los Modelos Explicativos Iniciales y Finales.	110
Tabla 10. Tabla comparativa de los Modelos Explicativos iniciales y finales sobre (NP)	111
Tabla 11. Estructura del argumento después de la aplicación del instrumento final. ....	120
Tabla 12. Tabla comparativa de los niveles argumentativos iniciales y finales en las respuestas de la pregunta dos.....	121

## LISTA DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
Figura 1. Modelo argumentativo de Toulmin. ....	33
Figura 2: Relaciones entre las competencias científicas. ....	41
Figura 3: Estructura general del argumento de Toulmin.....	42
Figura 4: Esquema conceptual sobre nutrición vegetal.....	48
Figura 5: Espectros de absorción de la clorofila (a y b), carotenos, ficoeritrina y ficociani....	49
Figura 6: Fotosistema. ....	51
Figura 7: Cloroplasto.....	51
Figura 8: Reacción general de la fotosíntesis.....	52
Figura 9: Diseño metodológico de la investigación. ....	62
Figura 10: Diseño unidad didáctica propuesta por Jorba y Sanmartí (1996) .....	67
Figura 11: Procedimiento para el análisis de los datos. ....	70
Figura 12 Tendencia de los modelos explicativos en la fase de exploración de conocimientos previos luego de la aplicación del instrumento inicial.....	75
Figura 13 Tendencia de los Estudiantes en los Modelos Explicativos Finales.....	106
Figura 14 Tendencia de los Estudiantes en los Niveles Argumentativos Finales .....	109
Figura 15 Comparacion de los Niveles Argumentativos Iniciales y los Niveles Argumentativos Finales .....	119

## LISTA DE ANEXOS

	<b>Pág.</b>
Anexo A. Actividad “LA BIODIVERSIDAD VEGETAL” .....	151
Anexo B. Actividad cuestionario inicial .....	153
Anexo C. “¿Dónde estás?” .....	158
Anexo D. “Viaje al centro de la tierra” .....	167
Anexo E. “La importancia del agua” .....	175
Anexo F. “La radiografía de una planta” .....	180
Anexo G. “La fotosíntesis el verdadero metabolismo de la planta” .....	186
Anexo H. ¿La nutrición vegetal igual en todas las plantas?.....	190
Anexo I. “Navegantes del mundo vegetal, una experiencia de vida” .....	196
Anexo J. “Juego de roles, recorriendo la planta y su nutrición.” .....	199
Anexo K. ¿Qué clase de pigmentos existen en los organismos autótrofos y qué función cumplen? .....	207
Anexo L. ¿Cómo nos imaginamos la respiración de una planta? .....	210
Anexo M. ¿Cómo imaginas el uso de las plantas para el ser humano?.....	212
Anexo N. PROTOCOLO DE COMPROMISO ETICO .....	215

## 1 PRESENTACIÓN

El término argumentación hoy en día tiene gran relevancia en el proceso de enseñanza y aprendizaje. La definición de esta palabra que se contempla aquí no es creación nueva, sino, el resultado del proceso lector que se ha realizado de varios autores. En este sentido, la argumentación es una variedad discursiva con la cual se pretende defender una opinión y persuadir o convencer de ella a un receptor mediante pruebas y razonamientos.

Si se observa, el hombre en su convivencia diaria en los diferentes espacios en que se desenvuelve hace uso de la argumentación para poder salir exitoso en la defensa de sus ideas o contra argumentar las de su oponente, por eso es vital trabajar en el desarrollo de los procesos de construcción de discursos con el fin de apoyar o refutar una posición.

Dusch y Osborne (2002) Consideran el ambiente escolar, como el centro donde se orienta el aprendizaje, es pertinente que desde las escuelas y colegios en las clases de ciencias se enfoque el desarrollo de la habilidad argumentativa para favorecer en los estudiantes mejores niveles argumentativos y modelos explicativos, en este caso del concepto de nutrición en plantas; en donde ellos puedan comunicar sus conocimientos aplicando la argumentación (Citado por Tamayo, 2016). Así mismo Jorba, Gómez y Prat (2000), opinan que “las habilidades de argumentación se desarrollan en situaciones interactivas, en las que se posibilita la comunicación; cuando se pretende ponerse de acuerdo con otro, hacerlo participar o convencerlo para compartir metas, ideas o actividades” (p.25).

Esta investigación busca que los estudiantes del grado sexto realicen lecturas reflexivas, desarrollen el pensamiento crítico, hablen en público, aprendan a defender sus ideas con argumentos y comprendan los modelos explicativos del concepto de nutrición en plantas. La argumentación se mira aquí como una habilidad que favorece la opinión, el diálogo, la comunicación, el pensamiento y la reflexión. Para ello, se interviene el grupo

con una unidad didáctica que mejore el grado de razonamiento y los modelos explicativos del concepto de nutrición en plantas y así, describir los cambios que presenten después de realizada la actividad que tiene como objeto favorecer el aprendizaje mediante actividades contextualizadas y situaciones problematizadoras que despierten el interés y la motivación.

Este trabajo investigativo se presenta en tres capítulos. En el primer capítulo se expone el planteamiento del problema donde se describen las dificultades del proceso argumentativo y los objetivos que orientan la investigación. En el segundo capítulo se focalizan los antecedentes que se tienen sobre argumentación en el aula, la construcción del concepto sobre nutrición en plantas, los niveles argumentativos y modelos explicativos del concepto. Además, de las características de la unidad didáctica que se plantea de acuerdo al ciclo de aprendizaje de Jorba y Sanmartí, desarrollada en cuatro fases: Exploración, introducción de nuevos conceptos, estructuración y síntesis, aplicación y transferencia. Aquí se integran los procesos de evaluación, regulación y autorregulación de los aprendizajes. Tiene como objetivo general Identificar condiciones de cambio y equilibrio en las plantas, a través del proceso de fotosíntesis, además Promover procesos de autorregulación en los estudiantes, fomentar el uso adecuado del lenguaje científico y elevar los procesos argumentativos a través de técnicas de comunicación grupales y trabajo colaborativo/cooperativo.

En el tercer capítulo se encuentra la metodología con un enfoque cualitativo de carácter descriptivo, de acuerdo con Piñuel (2002), “se puede entender que un análisis de contenido incluirá necesariamente los siguientes pasos: selección de la comunicación que será estudiada; selección de las categorías que se utilizarán; selección de las unidades de análisis y selección del sistema de recuento” (p. 7).

Se recolectan datos que buscan tener información sobre los niveles argumentativos y los modelos explicativos del concepto sobre nutrición en plantas, antes y después de la intervención didáctica de los participantes y del análisis de las categorías que se plantean

para valorar los resultados de manera descriptiva y las posteriores orientaciones que se elaboran para las respectivas recomendaciones y conclusiones.

## 2 ANTECEDENTES

Retomando la argumentación como una habilidad que favorece el aprendizaje de los estudiantes, se encuentra evidencia en diferentes investigaciones que se han dedicado a estudiarla, así como los niveles argumentativos y los modelos explicativos del concepto, el desarrollo de la argumentación y la constitución del pensamiento crítico que, permiten aportar conclusiones, directrices y orientaciones a considerar como soporte para seguir investigando y analizando la forma como los estudiantes hacen uso de ella. Por consiguiente, estas investigaciones son significativas para el presente proyecto porque resaltan la importancia de la argumentación en el proceso de enseñanza y aprendizaje de las ciencias.

### 2.1 REFERENTES INVESTIGATIVOS

#### 2.1.1 Relacionados Con La Argumentación A Nivel Internacional

A nivel internacional los hallazgos encontrados son de relevancia en el ámbito de la argumentación en cuanto a la enseñanza y aprendizaje de la ciencia en el desarrollo de la clase de ciencias.

Buitrago, Mejía y Hernández (2013), presentan una investigación titulada “desarrollo de la argumentación en ciencia escolar como habilidad cognitivo-lingüística mediante el abordaje de situaciones socio-científicas”, desarrollada en México, orientada a las reflexiones que las autoras han desarrollado sobre la argumentación en la enseñanza de las ciencias desde cuatro perspectivas: la primera de carácter epistémico, la segunda con un enfoque discursivo desde la apropiación del conocimiento y las formas de comunicarlo. Se puntualiza sobre la argumentación como una habilidad cognitivo-lingüística, la tercera relacionada con la argumentación como práctica social que requiere no solo de una capacidad cognitiva, sino también comunicativa para producir, evaluar y aplicar ciencia y, por lo tanto, se trata de un proceso de naturaleza cognitivo-lingüístico. La cuarta relacionada con la educación científica escolar en la formación de futuros ciudadanos y de

la necesidad de reconocer desde lo didáctico, el papel que juega la argumentación en el aprendizaje de los conceptos científicos.

Las autoras de esta investigación opinan que, en la actualidad, los profesores de ciencias naturales buscan estrategias didácticas que permitan a los estudiantes un aprendizaje significativo. Una de las estrategias está orientada a promover y potenciar la argumentación científica en el aula de clases. Desde el punto de vista didáctico su desarrollo en clase de ciencias requiere de la fundamentación teórica, el recorrido epistémico de la argumentación, su desarrollo e importancia en el ámbito escolar, así como reconocer su valor en los procesos de pensamiento y su relación con la construcción del conocimiento científico escolar y el diseño de actividades que permitan mejorarla.

A manera de conclusión las autoras manifiestan que la revisión bibliográfica permitió reconocer el proceso evolutivo del concepto de argumentación y su importancia en la formación científica escolar, al igual reconocer la necesidad de implementar prácticas educativas más participantes e incluyentes que catapulten esta habilidad cuyo valor dialógico y racional está inmerso en todas las áreas del conocimiento.

Bañaes, Vega y Araujo (2015), reportan una experiencia de investigación enfocada en la enseñanza de ensayos argumentativos; desarrollada en México y, en la cual participaron dos docentes y 25 estudiantes universitarios de licenciatura en lingüística aplicada. Los resultados cualitativos muestran las experiencias de los estudiantes y docentes respecto a los procesos de enseñanza y aprendizaje de la argumentación escrita en esta área. Las conclusiones ofrecen algunas lecciones pedagógicas aprendidas para orientar el diseño de intervenciones educativas que aporten a los estudiantes universitarios a convertirse en productores de textos argumentativos.

Pinochet (2015), muestra una revisión crítica sobre la argumentación que ha empleado el modelo de Toulmin, como marco teórico para estudiar la argumentación en las clases de ciencias, sus alcances y limitaciones. Identifica algunas tendencias y la relevancia

educativa de la investigación sobre el tema. La investigación se desarrolló en Brasil. El trabajo se enmarca en un enfoque cualitativo bajo criterios de identificación y selección de artículos para analizarlos buscando similitudes, diferencias, patrones y tensiones que permitieron articular el trabajo. Las consideraciones finales evidencian que hay una fundamentación teórica sólida y una orientación metodológica amplia de importancia educativa sobre la argumentación en clase de ciencias, sobre todo en la última década; lo que da cuenta del interés que se le está asignando al estudio de la argumentación en las clases de ciencias, como también dan cuenta de este recorrido epistémico así como algunas falencias y problemas abiertos, que lejos de significar obstáculos brindan oportunidades para seguir fortaleciendo la investigación en este tema.

Fernández (2016), reporta en su investigación realizada en México un estudio de diseño educativo, donde propone un modelo instruccional para fomentar la habilidad argumentativa en estudiantes de bachillerato a través de la elaboración de un ensayo, el punto de vista, los argumentos, contraargumentos y refutaciones. Como resultado muestra la validación del modelo educativo en el aula y su pertinencia para mejorar la práctica argumentativa. Concluye que la elaboración de un ensayo escolar implica en el estudiante un proceso constructivista, reflexivo y dialógico que plantea la necesidad de una instrucción guiada con fundamento teórico sobre la argumentación.

### 2.1.2 Relacionados Con La Argumentación A Nivel Nacional

Las siguientes investigaciones relacionadas con la habilidad argumentativa, aunque no buscan los mismos objetivos ni idea que se plantea en esta investigación, sirvieron de referente para apoyar teóricamente la habilidad argumentativa desde los niveles argumentativos y los modelos explicativos del concepto, en este caso desde el concepto de nutrición en plantas.

La investigación realizada por Velásquez (2011), titulada “modelos explicativos sobre el concepto de nutrición en plantas con los estudiantes de básica secundaria rural”,

plantea como objetivo mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje del concepto de nutrición en plantas en los estudiantes de grado séptimo de la Institución Educativa El Trébol del municipio de Chinchiná, Caldas. La investigación se guio por un enfoque cualitativo-descriptivo, con una unidad de trabajo de 21 estudiantes, a los cuales se les aplicó un cuestionario de ideas previas para identificar posibles obstáculos en el concepto de nutrición en plantas verdes para diseñar la intervención didáctica.

Otra investigación realizada por Garzón (2012), titulada “Incidencia de una secuencia didáctica de trabajo colaborativo con apoyo de TIC para el desarrollo de la argumentación en estudiantes del programa ciencias del deporte y la recreación ” plantea como objetivo general determinar la incidencia de una secuencia didáctica de trabajo colaborativo con apoyo de TIC, en el desarrollo de la argumentación escrita de estudiantes de Técnicas de la Comunicación del Programa Ciencias del Deporte y la Recreación de la Universidad Tecnológica de Pereira. La investigadora optó por un diseño cuasi experimental evaluativo intra-grupo, con una unidad de trabajo de 37 estudiantes, a los cuales les aplicó un pretest para valorar el desarrollo de la argumentación en su estructura textual (tesis, argumentos y conclusión), secuencias argumentativas (inducción, deducción, razonamiento causal y razonamiento dialéctico) y recursos persuasivos de la argumentación (Definición, razón, descripción, narración, ejemplos, hechos, pruebas, comparaciones y argumentos de autoridad); posteriormente implementó una secuencia didáctica de trabajo colaborativo con apoyo de TIC a través de la plataforma virtual de la Institución y luego evaluó el desarrollo de la argumentación mediante la aplicación del postest.

Para contrastar la hipótesis de estudio, realizó un análisis de resultados cuantitativos mediante la comparación estadística del pretest y postest, donde evidenció diferencias importantes en el desarrollo de las tres dimensiones de la argumentación, observando una mayor transformación en el uso de recursos persuasivos de la argumentación. Sin embargo, los hallazgos en la investigación, demostraron un desempeño satisfactorio en la construcción de los textos argumentativos, evidenciando que una de las mayores

dificultades de los estudiantes se presentó en el uso de mecanismos para organizar bloques de información por medio de una jerarquización de ideas, es decir, las secuencias argumentativas requieren de procesos cognitivos complejos de análisis y síntesis, para los cuales los estudiantes de deporte y recreación aún deben recorrer un gran camino de aprendizaje.

Larrotta (2012), presenta su trabajo investigativo enfocado a desarrollar una secuencia didáctica orientada a la escritura de textos argumentativos. La estrategia metodológica permite al estudiante escribir ensayos argumentativos con el fin de aplicar los conocimientos adquiridos en diversas situaciones comunicativas y el contexto que lo rodea. La secuencia didáctica de talleres permite evaluar y reconocer si el proceso que se lleva a cabo es efectivo o no. Para el desarrollo de esta propuesta el autor tuvo en cuenta variables como la comprensión, coherencia, argumentación y el ensayo. Se realizó con estudiantes de grado once de una institución educativa pública de la ciudad de Tunja, Colombia. El trabajo se enmarcó dentro de una investigación acción participación de corte cualitativo y tiene un alcance analítico interpretativo. Concluye que la estrategia metodológica aplicada a los estudiantes proporciona un espacio para la reflexión y la autoevaluación aplicada a cualquier temática; además de mejorar el discurso argumentativo y por consiguiente la habilidad argumentativa.

Herrera (2013), muestra un análisis de la construcción del conocimiento científico escolar en el aula, y cómo está mediado por las experiencias personales de maestros y estudiantes. La investigación se basó en un estudio etnográfico y análisis de la interacción discursiva en clase de ciencias naturales del nivel de segundo y tercero de primaria en tres escuelas públicas de la ciudad de Bogotá, Colombia. Concluye, que tal como sucede dentro de una comunidad científica, donde las teorías y los conocimientos de la cultura moldean las observaciones en el aula, tanto de la profesora como de sus estudiantes; contribuyen de forma colaborativa a desarrollar conocimiento científico permeado y en diálogo con el

contexto socio-cultural en el que emerge. Esto contribuye al debate sobre la forma en que se construye la ciencia en el aula a fin de analizar cómo se puede mejorar.

Sánchez, González y García (2013), muestran en su trabajo investigativo cómo la argumentación en el contexto educativo en ciencias es objeto de estudio de diferentes investigaciones sobre comunicación, aprendizaje y desarrollo de procesos de pensamiento. Consideran la argumentación como una línea de investigación actual muy promisoriosa en el campo del saber. Al igual que aporta frente a lo expuesto por Toulmin para la innovación en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias del siglo XXI, así como la relación que puede existir entre el constructivismo social y la argumentación; el cual considera el aprendizaje como un proceso de construcción del conocimiento. Además, propone planteamientos sobre cómo argumentar, facilita el conocimiento en ciencias naturales y el desarrollo de competencias ciudadanas. Finalmente incluyen algunas orientaciones sobre el diseño para promover argumentación. La investigación se realizó en Manizales, Colombia y tuvo un enfoque cualitativo. La conclusión a la que se llegó en esta investigación lleva a definir que la argumentación en ciencias se ha convertido en una prioridad para el desarrollo de pensamiento crítico y reflexivo, por su interacción social y contribución al desarrollo de procesos metacognitivos en los estudiantes y profesores. Los diseños para promover la argumentación están soportados en el diseño curricular en donde los profesores generan propuestas contextualizadas que promueven la autorregulación.

Otro trabajo de argumentación, relacionado con esta investigación es el realizado por Guerra y Pinzón (2014), titulado “Implementación de una secuencia didáctica de enfoque discursivo interactivo, para el mejoramiento de la comprensión de textos argumentativos, en estudiantes de educación básica secundaria de la institución educativa Leocadio Salazar y la fundación Liceo Inglés” plantean como objetivo general determinar la incidencia de una secuencia didáctica desde una perspectiva discursivo interactiva, en la comprensión lectora de textos argumentativos. Para llevar a cabo el proceso, los investigadores optaron por un diseño cuasi-experimental conformado por dos grupos pertenecientes a centros

educativos de diferentes sectores, oficial y privado. El grupo intervenido tuvo una unidad de trabajo de 59 estudiantes divididos en grupos de 22 y 37 respectivamente. A estos grupos les aplicaron un pretest para valorar la comprensión lectora de textos argumentativos a nivel global (género discursivo, situación de enunciación, forma de organización superestructural) y a nivel lineal (discurso referido). Luego implementaron una secuencia didáctica.

Para la contrastación de los resultados obtenidos realizaron comparaciones estadísticas entre el pretest y el postest, aplicando la estadística inferencial, haciendo uso de la distribución T-Student relacionada, la cual les permitió validar la hipótesis de trabajo. De acuerdo con los resultados obtenidos en el pretest, pudieron concluir que los estudiantes de la institución oficial tenían un bajo desempeño en la comprensión de textos argumentativos, puesto que se les dificultaba la identificación del género discursivo, los elementos propios de la situación de enunciación propuesta a partir del texto, la superestructura textual y los discursos referidos.

Por otra parte, aunque los estudiantes pertenecientes a la institución privada, tenían un mejor desempeño, alcanzando en el pretest mayoritariamente un nivel básico en las dimensiones género discursivo, situación de enunciación y superestructura textual, estos resultados les revelaron que aún presentaban dificultades en el reconocimiento de algunos de los elementos de tales dimensiones. Además, en cuanto al reconocimiento de los discursos referidos, se pudo evidenciar que su nivel fue bajo al igual que los estudiantes de la institución pública. En este sentido, los resultados les permitieron evidenciar que los estudiantes de ambos grupos tenían mayor dificultad en el reconocimiento de los discursos referidos directos e indirectos y en la identificación de la superestructura textual, esto debido probablemente a que en la escuela, siguen predominando las prácticas tradicionales en la enseñanza de lectura, enfatizando en la codificación y decodificación, lo que es contrario a posturas actuales, como la asumida para el desarrollo de esa investigación, en la

que el discurso y la interacción son entendidos como procesos dialécticos situados en un contexto social comunicativo.

Después de que implementaron la secuencia didáctica y evaluaron nuevamente a los estudiantes, se evidenciaron cambios favorables, que permitieron afirmar que comprendieron de mejor manera los textos argumentativos, ya que el 67% de la unidad de trabajo intervenida se ubica en los desempeños alto y superior, lo que indica que en su mayoría reconocieron el género discursivo al que pertenecen los textos, la situación de enunciación, la superestructura textual y los discursos referidos. Finalmente, los investigadores afirman que el desarrollo e implementación de una secuencia didáctica como estrategia de enseñanza aprendizaje, desarrollada en el marco de situaciones comunicativas reales y mediadas por las interacciones sociales del aula, puede incidir en el mejoramiento de la comprensión lectora.

Sánchez y Castaño (2015), en su trabajo investigativo proponen describir cualitativamente la categoría argumentación metacognitiva. El proceso se realizó con estudiantes de básica secundaria, con edades entre los 14 y 16 años, con una metodología de carácter cualitativo, en el que se diseñan tres escenarios en perspectiva CTS para la recolección de la información. Los resultados arrojaron la caracterización de tres tendencias en la expresión de la argumentación metacognitiva a partir del sentir, pensar y actuar, las centradas en el conocimiento, y las centradas en la perspectiva ética de los estudiantes.

Ortega, Álzate y Bargalló (2015), pretenden en su trabajo investigativo proponer un modelo de enseñanza de la argumentación en clase de ciencias que considera las relaciones entre los aspectos epistémicos, conceptual y didáctico. La metodología se desarrolló bajo un enfoque cualitativo. El resultado se obtiene del proceso realizado por una docente que participa de un proceso de reflexión crítica sobre la argumentación y su propio desempeño. Los resultados resaltan la importancia que tiene para un docente profundizar en tres aspectos centrales del modelo de enseñanza de la argumentación propuesto para las ciencias: el carácter epistémico, conceptual y didáctico. En la investigación participaron

cinco docentes de educación primaria de una Institución Educativa de la ciudad de Manizales, Colombia. A manera de conclusión los investigadores proponen que se debe profundizar en el conocimiento de la argumentación en el aula desde lo epistemológico, lo conceptual y lo didáctico. Además de relacionar dos aspectos: pensamiento y desempeño, de los docentes en relación con procesos argumentativos. En cuanto al proceso de argumentar, la construcción del conocimiento y su desempeño incorporando la argumentación en el proceso de enseñanza y aprendizaje de las ciencias.

Ordoñez (2018), desarrolló la investigación titulada “relaciones entre los niveles argumentativos y los modelos explicativos en estudiantes de grado 10 frente al concepto de reacciones de óxido-reducción”, aquí el objetivo pretende describir las relaciones entre los niveles argumentativos y los modelos explicativos del concepto de óxido-reducción. La metodología utilizada de carácter cualitativo y descriptivo, se aplicó a 25 estudiantes de una institución educativa pública de la ciudad de Villavicencio, Colombia. Se utilizó una unidad didáctica como intervención para valorar los cambios en la habilidad argumentativa y los modelos explicativos del concepto de óxido-reducción. La conclusión a la que llegó la investigadora evidencia el mejoramiento de la habilidad argumentativa a través de los niveles argumentativos y de los modelos explicativos mediante la intervención con una unidad didáctica.

Otra investigación relacionada con niveles argumentativos y modelos explicativos es la desarrollada por López (2018), titulada “niveles de argumentación y su relación con los modelos explicativos de los estudiantes de grado décimo en la descripción del movimiento de los cuerpos en función del tiempo”, aquí el objetivo persigue describir las relaciones entre los niveles argumentativos y los modelos explicativos de los estudiantes del grado décimo. La investigación se aplicó exactamente a 6 estudiantes de una institución educativa pública del municipio de San Lorenzo, Colombia. La metodología aplicada de carácter cualitativo bajo el criterio de muestra de casos tipo, en la que aplico una unidad didáctica

como intervención y el que se llegó a la conclusión que se evidencia el uso de los modelos explicativos en la estructura argumentativa.

### 2.1.3 Locales Relacionados Con La Argumentación

En el ámbito local una de las investigaciones relevantes en cuanto a la perspectiva teórica asumida, es el estudio titulado “Incidencia de una secuencia didáctica desde una perspectiva discursiva-interactiva en la comprensión lectora de textos expositivos”, investigación realizada por Marín y Aguirre (2010), planteando como objetivo general el evaluar la incidencia de una secuencia didáctica, desde una perspectiva discursiva-interactiva donde se explicitan las formas de organización superestructural (FOS) del texto expositivo, en la comprensión lectora en los estudiantes del grado 7° de la Institución. El propósito de esta investigación fue el de presentar los resultados de la implementación de una estrategia de enseñanza - aprendizaje enmarcada en la didáctica de la lengua, consistente en el diseño e implementación de una secuencia didáctica. La investigación permitió indagar acerca de la comprensión textual, evaluada por medio de la composición de resúmenes; dicha propuesta se orientó desde un enfoque discursivo-interactivo, enfatizando en la situación enunciativa, en donde el estudiante al ser más consciente y participativo, se va apropiando gradualmente de las variables del discurso que constituyen un tipo de organización textual, en este caso en particular del texto expositivo, de tal manera que no sólo le posibilite utilizar estrategias para garantizar su proceso de comprensión, sino también evidenciar su proceso de aprendizaje en un contexto social. Se concluye que los estudiantes, antes de la implementación de la secuencia didáctica, utilizaban en mayor medida las macro reglas omisión negativa-eliminación y omisión positiva / omisión negativa-eliminación cuando realizaban sus resúmenes, por lo que el nuevo texto era una construcción desprovista de la idea principal o de las proposiciones secundarias, alterando así la intencionalidad del autor. Se demostró que se puede incidir en el mejoramiento de la calidad de la educación, particularmente desde el fortalecimiento del proceso de comprensión lectora de los estudiantes mediante la implementación de una

secuencia didáctica contextualizadas, con propósitos claros y tendientes al fortalecimiento de los procesos de comprensión, en donde el quehacer educativo del maestro de lenguaje, enmarcado en la discursividad y la interactividad, brinde la oportunidad de plantear novedosas estrategias didácticas que redunden en la formación de sujetos lectores, autónomos y reflexivos que estén en condiciones de asumir una posición crítica frente a los textos y a su aprendizaje a partir de ellos.

Sánchez y Herrera (2017), desarrollaron una investigación para valorar el fortalecimiento del proceso argumentativo en 14 estudiantes del grado once de una institución educativa pública del municipio de La Plata Huila. Se busca conocer el nivel de conocimiento que presentan los estudiantes frente a la construcción de argumentos. La metodología que se aplicó fue de carácter mixta y descriptiva en la que se implementó una unidad didáctica como intervención y que condujo a definir que con esta intervención didáctica y mediante las pruebas de laboratorio los estudiantes adquieren aprendizajes tanto conceptuales como procedimentales relacionados con el trabajo científico y el desarrollo de capacidades de razonamiento, entre ellas la argumentación para potenciar el desarrollo del pensamiento crítico.

La información recopilada en los antecedentes muestra como se ha venido estudiando la habilidad argumentativa desde el ámbito escolar. Esta perspectiva apoya el trabajo investigativo que persigue valorar en los estudiantes el cambio en los niveles argumentativos y los modelos explicativos sobre un concepto. Se evidencia como los diferentes autores citados hacen una descripción amplia y clara sobre el trabajo realizado y los resultados conseguidos. Se infiere, que la argumentación es una habilidad de orden superior que desarrolla el pensamiento reflexivo, con carácter social en la que se respaldan hechos y evidencias que llevan a modificar estructuras cognitivas y a ordenar el pensamiento desarrollando mejores niveles de aprendizaje y acercándolos a las formas de pensamiento científico comprensibles a la realidad donde se desenvuelven los estudiantes.

### **3 ÁREA PROBLEMÁTICA Y PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN**

#### **3.1 ÁREA DE INVESTIGACIÓN**

La presente investigación, centrada en la habilidad argumentativa, se sustenta en las dificultades evidenciadas en los estudiantes del grado sexto de la Institución Educativa San Juan Bosco para argumentar en torno a un tema. Esta situación puede tener su origen, entre otros aspectos a la falta de hábitos de lectura en sus hogares, que muestran los estudiantes y a la falta de capacidad para comprender lo leído. La población de la Institución Educativa pertenece al estrato socioeconómico cero, uno y dos, con padres de bajo nivel de escolaridad ya que no lograron culminar sus estudios, la mayor parte de ellos se dedican a trabajar en el campo y los otros, al trabajo independiente y a las ventas o comercio. Las fluctuaciones que se presentan en la población estudiantil son generadas por la inestabilidad laboral de los padres de familia, que para conseguir el sustento deben desplazarse de un sitio a otro. A pesar de que se está en pleno Siglo XXI, persiste el analfabetismo en algunos de estos padres.

Los resultados de las pruebas saber 11 de los últimos cinco años muestran que los estudiantes llegaron al final de su etapa secundaria aún con dificultades en la habilidad argumentativa. Esta habilidad la evalúa la prueba saber y en el área de Ciencias Naturales y Educación Ambiental, específicamente las que están alineadas con lo dispuesto en los estándares básicos de competencias y en los mismos lineamientos curriculares de dicha área, publicados por el MEN (ministerio de educación nacional) en el año 2006, así: Uso comprensivo del conocimiento científico, explicación de fenómenos e indagación. Estas competencias muestran la necesidad de incentivar y fortalecer la habilidad argumentativa en los estudiantes aproximándolos a un conocimiento científico donde se pretende construir explicaciones y modelos que den razón de los fenómenos y/o problemas socio científicos estableciendo la validez o coherencia de una afirmación, tesis o premisa; para ello es necesario reconocer que esta habilidad contribuye al fortalecimiento de la estructura argumentativa potenciándola, de tal manera que se vea reflejada en mejores procesos

evaluativos tanto internos como externos, en este caso desde la aplicación de una unidad didáctica que permita valorar la habilidad argumentativa frente al concepto de nutrición en las plantas.

### 3.2 PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

Desde el ámbito del aprendizaje de las Ciencias Naturales, la habilidad argumentativa juega un papel central porque incide en la formación de ciudadanos críticos como se puede inferir desde la propuesta de los estándares en ciencias naturales del MEN y los lineamientos curriculares. En este contexto surge la necesidad de dar apoyo al fortalecimiento de la habilidad argumentativa de los estudiantes en relación a la pregunta de investigación:

¿Cuáles son los niveles argumentativos y los modelos explicativos del concepto de nutrición en plantas en los estudiantes del grado sexto de la Institución Educativa San Juan Bosco del Municipio de Palermo Huila, antes y después de una intervención didáctica?

Se elige esta temática con el fin de describir los posibles cambios que tengan los estudiantes sobre el concepto de nutrición en plantas a partir de los niveles argumentativos que propone Orrego, Tamayo y Ruíz (2016), “En el ámbito de la enseñanza de las ciencias existe un acuerdo general sobre la importancia de favorecer el cambio de ideas, de tal manera que se acerquen más a los conocimientos científicos” (p. 35).

De ahí que, a través de los niveles argumentativos se debe ver reflejado en los estudiantes el cambio de ideas frente al concepto de nutrición en plantas. Ahora, teniendo en cuenta los posibles modelos explicativos iniciales que tienen los estudiantes frente al concepto, estos deben verse modificados después de la enseñanza y aprendizaje del concepto a través de la intervención con una unidad didáctica enfocada a posibilitar escenarios discursivos.

## 4 JUSTIFICACIÓN

En vista de la problemática presentada, se hace pertinente valorar los niveles argumentativos en los jóvenes del grado sexto de la Institución Educativa San Juan Bosco del municipio de Palermo Huila, debido al bajo rendimiento que han presentado los estudiantes en la habilidad argumentativa en las diferentes pruebas; para ello se toma el concepto sobre nutrición en plantas.

Se escoge este tema porque es relevante y significativo para el currículo entender el equilibrio dinámico de las plantas con los factores ambientales tanto bióticos como abióticos, el flujo de energía, la importancia como recurso y la dependencia que tienen los otros seres vivos para la subsistencia en el planeta, sin ellas no existiría la vida en la tierra.

Para este estudio se tendrán en cuenta algunas investigaciones como la realizada por Candela (1991-1999), sobre argumentación y conocimiento científico escolar e investigación de las prácticas discursivas en el aula y calidad educativa, también, la tesis doctoral de Ruiz (2013), sobre caracterización y evolución de los modelos de enseñanza de la argumentación en clase de ciencias, entre otras. Dichas investigaciones proporcionaron un material importante tanto para la identificación de las categorías centrales, niveles argumentativos y modelos explicativos del concepto de nutrición en plantas, como para el desarrollo de la unidad didáctica ya que de ella se tienen en cuenta diferentes estrategias metodológicas.

La intención de propiciar la participación de los estudiantes a través de la adecuada utilización de prácticas argumentativas es llevarlos a la adquisición del pensamiento crítico, como lo expresa Candela (1991), al afirmar que es importante formar seres críticos en la construcción social del conocimiento mediante un contexto interactivo, logrando así, la utilización del conocimiento que ya poseen para obtener un aprendizaje profundo de la nueva información requerida y con ello poderse enfrentar a los problemas de la vida cotidiana.

Tamayo et al. (2016), expresan que, la argumentación es un componente esencial para desarrollar pensamiento crítico “uno de los componentes del pensamiento crítico que se reconoce hoy como determinante incorpora la dimensión del lenguaje y, de manera particular, el razonamiento”.

Desarrollar la habilidad argumentativa en los estudiantes de este grado, es de suma importancia porque tiene en cuenta desarrollos cognitivos como el conocimiento y control; como nos dice Tamayo (2016), relacionado con la metacognición en aspectos como el monitoreo, evaluación y regulación desarrollando conciencia acerca de sus capacidades. Al ampliar el manejo de esta habilidad en los estudiantes, se incentiva la capacidad de posicionarse frente a sus ideas y así comprometerlos en los problemas que deben resolver, guiarles en la manipulación y el tratamiento de la información y enseñarles a comunicar los resultados alcanzados, al igual que interpretar las ideologías, aplicarlas argumentando sobre ellas y al final lograr una real contextualización de dichas habilidades bajo una postura crítica.

El desarrollo de este proyecto es viable porque con el aprendizaje del concepto sobre modelos explicativos de la nutrición en plantas se espera que se llegue a un mejoramiento en los niveles argumentativos. Además, promueve el desarrollo del pensamiento crítico y reflexivo con la construcción y aplicación de una unidad didáctica.

## 5 REFERENTE TEÓRICO

Desde el aula, en las ciencias naturales se aborda la habilidad argumentativa a partir del lenguaje como una interacción dialógica entre el lenguaje cotidiano y el lenguaje científico donde los sujetos exhiben diferentes maneras de ver y conceptualizar el mundo y, por lo tanto, diferentes maneras de pensar y hablar. En este sentido valorar la habilidad de la argumentación favorece el uso comprensivo del conocimiento, la explicación de fenómenos y la indagación.

Estas prácticas de aprendizaje se fundamentan en las estrategias de acciones referidas en el ámbito académico, procedimental, social, personal y en el marco de la normatividad legal vigente en el contexto socio-cultural y el reconocimiento del profesor, como mediador de este proceso que incluye como dice Tamayo (2016), la semiología, la historia y epistemología, la psicología (emotivo-afectivo), las relaciones Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente (C/T/S/A), las representaciones y la evolución conceptual.

A continuación, se aborda el primer eje conceptual que hace referencia a la comunicación, adquisición e importancia del lenguaje. El segundo eje conceptual señala la argumentación como habilidad y su uso cotidiano; es pertinente señalar que sobre este eje se articula la presente investigación y la ubicación que se le da en el marco teórico corresponde a aspectos de organización, no de jerarquía. El tercer eje considera la oralidad como forma de comunicación. El cuarto eje toma concepciones de la escritura. El quinto muestra los niveles argumentativos para valorar la habilidad argumentativa. El sexto eje toma postura sobre el concepto de nutrición en plantas y los modelos explicativos, para concluir, el séptimo eje conceptual con la unidad didáctica y su importancia en los procesos de enseñanza y aprendizaje.

### 5.1 LA ARGUMENTACIÓN

La investigación en argumentación desde el aula de clase pretende dar una mirada hacia la habilidad argumentativa en los estudiantes que aprenden ciencias. Esta concepción

se basa en las ideas presentadas por diferentes autores construidas al interior de la didáctica como campo científico para cualificar procesos de enseñanza y aprendizaje a partir de la argumentación.

Muchas perspectivas se han tejido en torno al concepto de argumentación y cómo se ha utilizado a lo largo del tiempo; así por ejemplo a través de las diferentes culturas se le ha dado un valor alto como proceso comunicativo que da importancia a la palabra para defenderse, atacar, contra atacar y/o llegar a consensos. Es por esto que en las clases de ciencias se debe tener en cuenta como un recurso importante para enseñar a pensar a los niños, niñas y jóvenes sobre las formas de trabajo científico. El docente, es quién debe acercarlos a la posibilidad de participación para criticar a favor o en contra sobre el proceso científico a partir de problemas que despierten el interés, la curiosidad y la oportunidad de comunicarse para debatirlas. Diferentes autores y el diccionario de la Real academia española, la han definido así: “presentar una tesis y demostrar, mediante razonamientos o argumentos, su certeza o falsedad. Discutir o impugnar una opinión ajena”. Esto permite relacionar que la argumentación se encuentra como un hecho social donde se pretende defender una posición afirmando o negando, se trata de persuadir al oponente para validar con razones de peso o buenas razones la tesis que se sustenta.

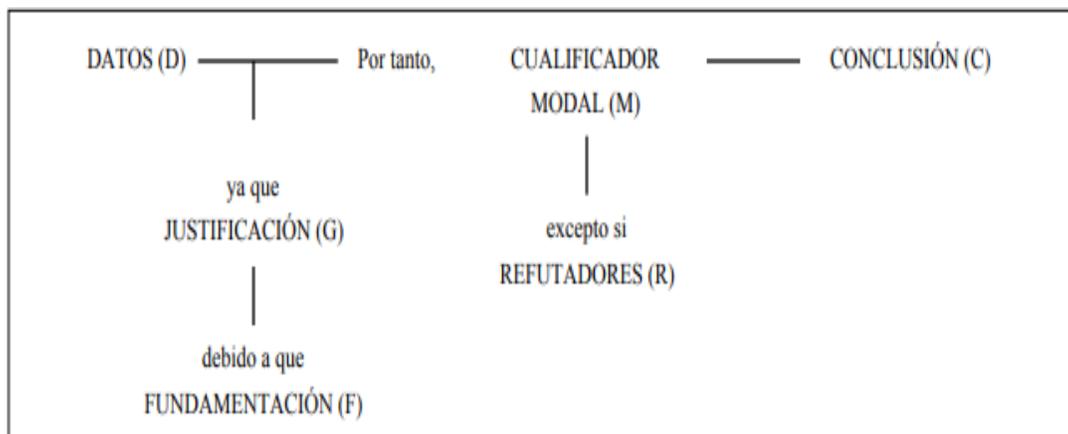
Haciendo un recorrido histórico a partir de Buitrago et al. (2013), los filósofos griegos relacionaron la argumentación con la razón; para convencer a partir de posturas en las cuales refutaban o defendían puntos de vista para llegar a validar la forma de pensamiento o ideas que pretendían incidir en las decisiones y/o actuar de los interlocutores que participaban de diversos debates. A través de esta práctica los filósofos lograron hacer diversos aportes a la escritura, el lenguaje y comunicación, manejando la ironía, inventando y argumentando en discursos políticos.

Esta forma clásica de entender la argumentación se extendió desde Aristóteles hasta finales del siglo XIX. Según Platin (2012), forma parte de la lógica o “arte de pensar correctamente”, de la retórica o “arte de hablar bien” y de la dialéctica o “arte de dialogar

bien” (p.1). En lo anterior se evidencia que la argumentación dependía y estaba inmersa en esos tres campos desarrollados por los diferentes filósofos griegos. En la argumentación retórica se atiende a la invención del argumento, a la expresión y a los conceptos esenciales como los topoi, es decir, ordenar argumentos y comunicarlos en los diferentes discursos sociales y políticos (Buitrago et al., 2013).

En 1958 la argumentación cobra autonomía y se aleja de la retórica. Toulmin propone un esquema para la argumentación en el cual expone que se debe argumentar a partir de buenas razones y otorga importancia a la racionalidad tomando postura a partir de la formalidad y la lógica. Se considera a la argumentación como una operación intelectual. El modelo Toulminiano permite reflexionar sobre la estructura del texto argumento, el cual consta de varios elementos como lo muestra la figura:

Figura 1. Modelo argumentativo de Toulmin.



Tomada de Sardá, J. y Sanmartí, N. (2000) Enseñar a Argumentar Científicamente: un reto de las clases de ciencias, enseñanza de las ciencias p.408

El modelo de Toulmin – designado habitualmente como TAP por las siglas en inglés de Toulmin’s argument pattern ofrece un análisis de la estructura del argumento, es decir, aquellos que deben ser examinados atendiendo a su contenido. Pinochet (2015), en este sentido lo sintetiza:

Un argumento sustantivo va desde los datos (D) a la conclusión (C), donde D corresponde a la información, antecedentes o hechos de los cuales disponemos para dar fundamento. Incorpora la garantía (G), el sustento (S), el calificador modal (Q) y las condiciones de refutación (R). Además, Toulmin supone que un argumento propiamente dicho consiste en al menos tres componentes esenciales: D, C y G. Naturalmente, un argumento puede volverse bastante más complejo e incluir varios datos, garantías, refutaciones, etc., pero el esquema de la tabla uno muestra todos los componentes fundamentales. Las garantías permiten justificar el paso desde los datos a la conclusión, G cumple la función de mostrar que el paso de D hacia C es adecuado y legítimo.

Tabla 1. Cuadro de la estructura argumentativa de Toulmin.

<b>Estructura del argumento</b>	<b>Explicación</b>
Datos (D)	Antecedentes o hechos de los cuales se dispone para formular la tesis.
Garantía (G)	Justifican la relevancia de la evidencia.
Calificador modal (Q)	Dan cuenta del grado de certeza de los datos.
Refutación (R)	Se refiere a las objeciones a la tesis planteada
Sustento (S)	Es la evidencia de la información o los datos en la que se basa la conclusión
Conclusión (C)	Pretensiones que buscan posicionar una acción, perspectiva o idea.

Fuente: recopilación de Pinochet (2015).

El modelo incorpora explícitamente el grado de certeza (o incerteza) del argumento mediante el calificador modal Q. Ejemplos de calificadores modales son expresiones como: siempre, a veces, probablemente, depende, etc. Finalmente, el sustento se refiere a las circunstancias generales bajo las cuales G es apoyada. De acuerdo al modelo de Toulmin, D, Q, C, G, R y S son elementos que no dependen del campo del discurso (p.311). La estructura del argumento es útil para explicar las características que puede presentar un discurso o texto argumentativo permitiendo su análisis, sintetizando la estructura del argumento de Toulmin.

Desde la clase de ciencias aprender a argumentar se relaciona como hecho social, donde los estudiantes y docente interactúan para poner en consideración una teoría o concepto de naturaleza científica a partir del análisis de los hechos dando opiniones sobre cómo se construye el fenómeno.

Driver y Newton (2000), definen la argumentación como el proceso por el que se da una razón a favor o en contra de una proposición o línea de acción; esta interpretación de argumentación la denomina Kuhn (1993), “retórica y Driver, didáctica”. Ejemplos de este tipo de argumentación son comunes en las clases de ciencias, en las que el profesor proporciona una explicación a un grupo de estudiantes con la intención de ayudarlos a verla razonable (García, Domínguez y García, 2002, p. 219)

Jiménez-Aleixandre (2010), afirma que, “argumentar consiste en ser capaz de evaluar los enunciados en base a pruebas, reconocer que las conclusiones y los enunciados científicos deben estar justificados, es decir sustentados en pruebas” (p.17). El hecho es que el conocimiento científico se construye bajo un contexto en el cual las ideas o postulados deben ser reunidos recogiendo pruebas para evaluarlas y tomar postura frente a la explicación de fenómenos.

La argumentación según Ruíz, Tamayo y Márquez (2013) “como proceso social y dialógico de presentación de evidencias afectado indiscutiblemente por los modelos mentales de los sujetos que se implican en los debates, por el contexto en el cual ellos suceden y por la finalidad que se persigue con la presentación y justificación de las evidencias” (p.33). Para los autores el reconocimiento de la argumentación como proceso formador en la clase de ciencias hace referencia al carácter social y dialógico de los hechos informados como estrategia para el desarrollo de aprendizaje.

La argumentación, al incorporar hechos garantías, sustento y refutación, es mucho más valiosa que la simple aseveración. Evaluar una argumentación permite decidir con conocimiento entre dos alternativas que se presentan sobre cualquier asunto. Si alguien presenta únicamente una aseveración, apela al prejuicio o a la fe para que se crea en lo que dice, y aunque lo que diga sea correcto, inhibe el pensamiento. El pensamiento científico se ha desarrollado apelando a las pruebas que permitan verificar lo que se dice. (Chamizo, 2017, p.50).

## 5.2 LA ARGUMENTACIÓN COMO HABILIDAD

Para asumir una postura de argumentación como habilidad se retoma la definición de habilidad desde el diccionario de la Real Academia Española “Capaz, inteligente o dispuesto para cualquier actividad”. Desde la perspectiva teórica de Acosta y Vasco (2013) definen:

*“habilidad como aquella capacidad cognitiva desarrollada hasta convertirse en una destreza -no solo se capaz de hacerlo, sino hacerlo bien-; o, en otras palabras, habilidad y destreza vistas como sinónimos; y, de esa manera, estaríamos autorizados para hablar de ser hábiles en una capacidad o de tener una habilidad al desarrollar una capacidad” (p. 35).*

Por lo anterior, y relacionando la definición de argumentación con habilidad, esta se puede inferir como una destreza consciente, en la cual se expresan ideas en el pleno reconocimiento del análisis, estructuración y evaluación de una situación en la cual predomina la razón y la evidencia como herramienta para tomar postura frente a la explicación de un fenómeno o teoría y en la que prevalecen las habilidades comunicativas en el buen uso del lenguaje.

Muller et ál., (2009), establecen que en la práctica cotidiana de la argumentación en el aula intervienen diferentes dimensiones, las cuales interactúan de manera interdependiente. La argumentación involucra procesos cognitivos, interactivos y dialógicos, en torno a temas específicos y en el marco de contextos institucionales y culturales determinados. Algunas de las dimensiones que se deben tener en cuenta son: el individuo con sus propias capacidades cognitivas y comunicativas, los interlocutores con su estatus e intenciones, el tópico discutido, las herramientas usadas y el contexto sociocultural (Tamayo, 2012).

### 5.3 EL LENGUAJE PARA COMUNICAR Y CONSTRUIR CONOCIMIENTO CIENTÍFICO ESCOLAR

El rol que desempeña el lenguaje en la historia de la humanidad es evidente en la actual masificación y desarrollo de los medios de comunicación, transporte, ciencia, así, como en el aprovechamiento de energías, por citar algunos ejemplos de avances tecnológicos y científicos gestados desde la puesta en común de necesidades e intereses personales y sociales de los sujetos. En este sentido, la capacidad de representar el entorno, los sucesos, las sensaciones o seres, llevan a las personas a participar en situaciones comunicativas estructuradas que atienden una intención y un contexto específico. Niño (2011) Señala que “los seres humanos gozan de una capacidad especial, la función semiótica, la cual los habilita para adquirir, crear, aprender y usar códigos construidos por signos” (p.2) que pueden variar con el tiempo, las circunstancias y el contexto.

La argumentación es una forma de diálogo que contribuye a que los implicados en este proceso adquieran aprendizajes en temas específicos, así como lo relacionado con la parte social y cultural; los cuales se orientan en un tiempo y lugar. Tamayo (2016) afirma:

Vinculado con el aspecto ontológico, las habilidades cognitivo-lingüísticas de los estudiantes hacen referencia, de manera específica, a los usos del lenguaje y a aquellas habilidades cognitivas que ejercitan los estudiantes, tales como el análisis, la síntesis, la teorización y la conceptualización, entre otras, durante el proceso de argumentación. Además del lenguaje oral y escrito presente en las aulas de clase, encontramos que los procesos de enseñanza y aprendizaje, y con ellos el desarrollo de habilidades argumentativas tienen como mediadores otros lenguajes se hace referencia, por ejemplo, al lenguaje oral, escrito, gestual, gráfico y corporal, entre otros (p. 273).

#### 5.4 LA ARGUMENTACIÓN Y EL CONOCIMIENTO CIENTÍFICO ESCOLAR

La argumentación en Ciencias es una situación de carácter social que utiliza habilidades de carácter cognitivo-lingüísticas para promover la interacción y la construcción del conocimiento científico escolar, y que, se debe tener en cuenta en la enseñanza de las ciencias, puesto que facilita el desarrollo de procesos cognitivos en el momento de estructurar ideas, explicaciones, teorías y modelos. Tamayo (2016) expone:

En la práctica cotidiana de la argumentación, en el aula intervienen diferentes dimensiones, las cuales interactúan de manera interdependiente. La argumentación involucra procesos cognitivos, interactivos y dialógicos, en torno a temas específicos y en el marco de contextos institucionales y culturales determinados. Algunas de las dimensiones que se deben tener en cuenta son: el individuo con sus propias capacidades cognitivas y comunicativas, los interlocutores con su estatus e intenciones, el tópico discutido, las herramientas usadas y el contexto sociocultural (p. 272).

En la enseñanza de las ciencias muchos autores han analizado la argumentación basándose en diferentes modelos como el propuesto por Toulmin, Van Dijk y Adam. Desde el modelo de Toulmin se analiza la argumentación como razonamiento de carácter filosófico. Parte de la razón, y consta de distintos elementos que dan vida a un argumento. Toulmin refiere su propuesta a la rama jurídica, por lo que la argumentación se presenta como un esquema con diferentes etapas cuyo desenlace es la defensa mediante buenas razones.

Van Dijk muestra la estructura del texto argumentativo reconociendo varios niveles de representación semántica como lo es la microestructura, la macroestructura y la superestructura. Aquí la pretensión de la perspectiva de Van Dijk para la argumentación es el convencimiento. Adam por su parte muestra que el texto está formado por secuencias textuales, de modo que los textos se forman como el resultado de proposiciones. En un texto argumentativo se presenta tesis, bases, argumentos, garantías, conclusión y contra argumentar.

Los autores han buscado que mediante los modelos descritos anteriormente se logren procesos argumentativos coherentes y en función de posibilitar el razonamiento, el dialogo y hasta el conceso como lo expresa Candela (2001), para permitir en los estudiantes la explicación de fenómenos, la indagación, el análisis de diferentes situaciones, la participación y toma de decisiones. Así Revel, Erdurán, Furman, Iglesia, y Aduriz (2005) afirman:

En una argumentación científica, reconocemos cuatro componentes: 1. la componente teórica: en la argumentación se requiere de la existencia de un modelo teórico (en el sentido de Giere, 1988), que sirva como referencia al proceso explicativo; 2. la componente lógica: el texto argumentativo posee una estructura sintáctica muy rica y compleja, capaz de ser ‘formalizada’ en diversos tipos de razonamientos: deductivos, abductivos, causales, funcionales, transductivos; la componente retórica: al argumentar siempre existe la voluntad

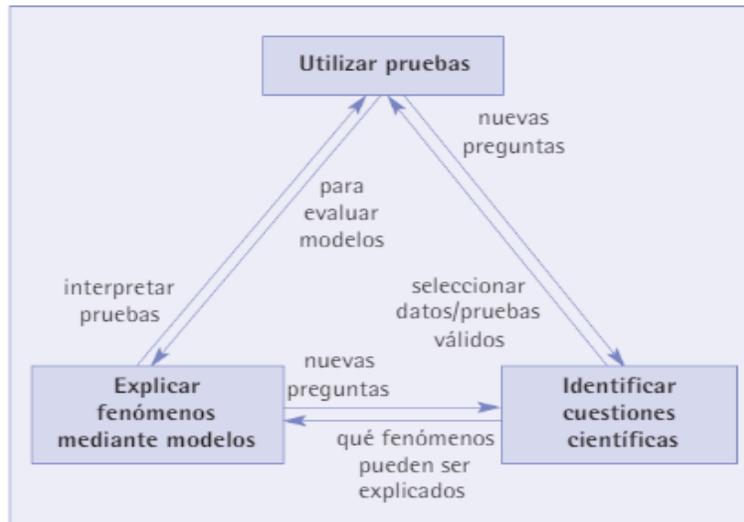
de persuadir al interlocutor, de cambiar el estatus que un conocimiento tiene para él; y 4. la componente pragmática: la argumentación se produce en un contexto, al cual se adecua y mediante el cual toma su completo sentido (p.3).

## 5.5 LA ARGUMENTACIÓN EN CLASE DE CIENCIAS

La argumentación como actividad discursiva de naturaleza cognitiva favorece la decodificación y codificación de estructuras mentales para la formulación de argumentos relacionados con la ciencia de tal manera que llegan a construir conocimiento científico escolar a través de la indagación, reflexión y posturas para comprender el mundo que habita y existe el individuo. Según Sanmartí, Pipitone, y Sardá, (2009), los fines de enseñar a argumentar a los estudiantes en clase de ciencias es permitirles tomar postura de decisiones, en esta medida que sean coherentes, estructuradas y de tal forma que el conocimiento científico facilite la participación en la sociedad y transformación en su actuar cotidiano. En este sentido el Ministerio de Educación Nacional (MEN) fundamenta la propuesta dentro de las clases de ciencias desde el desarrollo de la habilidad argumentativa como competencia básica.

De las diferentes competencias básicas, la argumentación y el uso de pruebas tienen relación sobre todo con la competencia científica (refiere a la competencia en el conocimiento y la interacción con el mundo físico). Dentro de ella pueden considerarse tres dimensiones o capacidades requeridas para su desarrollo que, como muestran Cañas, Martín y Niedo (2008), están presentes en PISA como en los currículos del Ministerio de Educación: Identificar cuestiones científicas (investigables por parte de las ciencias); Explicar fenómenos científicamente y utilizar pruebas

Figura 2: Relaciones entre las competencias científicas.



Tomado de Jiménez Aleixandre, Bravo y Puig (2009) p. 37. Para las autoras, el uso de pruebas hace parte de los procesos argumentativos y por ende se puede inferir de la habilidad argumentativa que incluyen elementos como la persuasión, identificar pruebas, explicar y sustentar fenómenos o hechos científicos.

En la clase de ciencias se debe privilegiar el manejo de la habilidad argumentativa para permitir el uso comprensivo del conocimiento científico, la explicación de fenómenos y la indagación como se expresa en La Ley general de Educación de Colombia en sus artículos 5, 20, 22 y 30. Al igual que en los lineamientos curriculares donde se definen los fines y objetivos de la educación en ciencias relacionados con la generación y adquisición de los conocimientos científicos, el desarrollo de habilidades comunicativas y de razonamiento lógico y analítico para la interpretación y solución de problemas relacionados con la ciencia, tecnología y sociedad fomentando el interés y el desarrollo de actitudes hacia la práctica investigativa.

## 5.6 PERSPECTIVA TEÓRICA DE LA ARGUMENTACIÓN COMO HABILIDAD

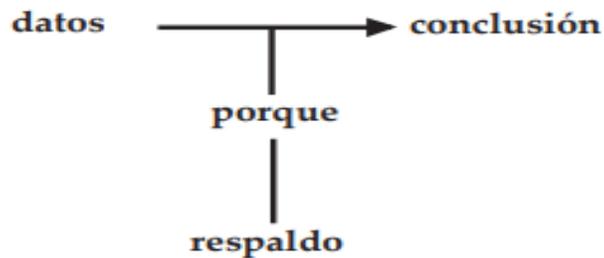
La perspectiva teórica de este estudio está dada en los niveles argumentativos de Tamayo (2012) Ya que ellos muestran cómo se encuentra la habilidad argumentativa de los estudiantes. En la medida que suban o bajen de nivel argumentativo, la habilidad se va a

mostrar. Los niveles catapultan la habilidad de argumentar en la medida que se trabajen estrategias adecuadas de enseñanza para facilitar el aprendizaje.

### 5.6.1 Niveles Argumentativos Y El Aprendizaje De Conceptos Científicos

Tamayo (2012) retoma la estructura argumentativa de Toulmin de forma general refiriéndose a los datos, justificación, calificadores modales y conclusión siendo los datos y la conclusión la elaboración de los argumentos. Tiene en cuenta lo expresado por Toulmin en cuanto a la argumentación en áreas específicas, aclarando que el respaldo que apoya una garantía es diferente. Siendo así, un argumento en el área de Ciencias Sociales es diferente al elaborado en Ciencias Naturales, por ejemplo, en lo relacionado con los hechos y el respaldo que como se mencionó anteriormente se apoya en una garantía.

Figura 3: Estructura general del argumento de Toulmin.



Tomado de: Tamayo Álzate, O. (2012). La argumentación como constituyente del pensamiento crítico en niños. *Hallazgos*, 9 (17), 211-233. P.226

Tamayo (2012) y Erdurán et ál. (2004 - 2008) sostienen que la calidad de los argumentos se puede evaluar desde cinco niveles argumentativos.

Tabla 2. Niveles argumentativos propuestos por Tamayo (2016).

<b>NIVELES ARGUMENTATIVOS</b>	<b>CARACTERÍSTICAS</b>
Nivel 1	Comprende los argumentos que son una descripción simple de la vivencia.
Nivel 2	Comprende argumentos en los que se identifican con claridad los datos (data) y una conclusión (claim).
Nivel 3	Comprenden argumentos en los cuales se identifican con claridad los datos (data), conclusiones (claim) y justificación
Nivel 4	Comprende argumentos constituidos por datos, conclusiones y justificaciones (warrants), haciendo uso de cualificadores (qualifiers) o respaldo teórico (backing).
Nivel 5	Comprende argumentos en los que se identifican datos, conclusión(es), justificación(es), respaldo(s) y contraargumento(s).

Tomado de Tamayo (2016). La argumentación como constituyente del pensamiento crítico en niños. p. 218.

De esta manera los niveles argumentativos servirán de apoyo para medir el nivel argumentativo de los estudiantes y valorar su enseñanza.

En cuanto a las características del aprendizaje se tiene en cuenta desde las investigaciones realizadas en didáctica sobre el cambio conceptual, profundizando en la

habilidad argumentativa como actividad social que integra intereses, motivaciones y habilidades comunicativas, como lo expresa Tamayo et al (2011):

Es importante para el diseño curricular la necesidad de conocer a fondo los posibles procesos seguidos por los estudiantes para la construcción de los conceptos científicos, sus obstáculos más relevantes y sus múltiples transformaciones en la vida escolar. Desde esta perspectiva, antes de proponer posibles estrategias didácticas para la enseñanza, se requiere el conocimiento de los diferentes factores que inciden en el aprendizaje de los conceptos científicos y la manera como éstos evolucionan (p. 47).

El aprendizaje de las ciencias requiere hablar, escribir y simbolizar los modelos que se expresan sobre los conceptos científicos. Sanmartí, Izquierdo y García, (1999) “En el entorno social habitual las personas aprendemos a hablar el lenguaje cotidiano, y sólo en la escuela se nos enseña habitualmente a hablar y escribir en lenguaje científico” (p. 54). Tal como lo afirma Jiménez (2010)

Específicamente en el caso de las ciencias, contribuye al aprendizaje de hablar y escribir ciencias, entendido como interpretar los significados de textos científicos de distinta procedencia, incluyendo noticias de prensa o textos de divulgación, y redactar informes, resúmenes, conclusiones y otros tipos de escritos relacionados con las ciencias. Todo ello se considera una parte esencial en la alfabetización científica (P. 39).

## 5.7 LOS MODELOS EXPLICATIVOS EN LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS

La didáctica reconoce las ideas previas y/o pre concepciones de los estudiantes como aporte en la enseñanza de las ciencias, pues considera que son de gran valor en el sentido que representa la realidad a partir de las vivencias, intereses o percepciones que tienen frente a un concepto o fenómeno. Este aspecto favorece tenerlo en cuenta en el aula de

clase porque evidencia los posibles obstáculos de aprendizaje frente a la enseñanza de conceptos. Orrego et al. (2016) refieren:

Desde el ámbito de la educación, comprender un fenómeno o un concepto científico implica tener un modelo mental de ese fenómeno o concepto. Le damos sentido al mundo a partir de la construcción de modelos mentales de él. De lo anterior se deriva que los modelos conceptuales son instrumentos de enseñanza y los modelos mentales son instrumentos de aprendizaje. Los estudiantes llegan a clase con el mundo ya representado a través de modelos mentales y frente a un modelo conceptual determinado que se les presente, pueden: No revisar sus modelos mentales, debido a que no encuentran razones para hacerlo. Generar modelos mentales híbridos. Memorizar las definiciones, principios y leyes del modelo conceptual que se les presenta, sin llegar a comprenderlo. Modificar sus modelos iniciales hacia los modelos científicos que se les presentan. Construir nuevos modelos mentales que les permitan dar significado científico a los fenómenos físicos. Desde esta perspectiva, los aprendizajes serían más profundos cuando los estudiantes estén en capacidad de construir modelos mentales abarcadores, articuladores y consistentes con los modelos conceptuales (p. 63).

## 5.8 ABORDAJE DE LA EVOLUCIÓN HISTÓRICA DEL CONCEPTO DE “NUTRICIÓN EN PLANTAS”

Por muchos años el hombre ha relacionado el concepto de nutrición con alimentación en todos los seres vivos. Pero, ideó modelos aún más sorprendentes que dan explicación a este proceso. Innumerables experimentos han encaminado el hilo conductor de esta concepción que tiene validez como procedimiento formador del alimento para las plantas, “la fotosíntesis”. Es así, que gracias a la explicación dada sobre fabricación de moléculas orgánicas a partir de las inorgánicas asociadas a la respiración, la fotosíntesis constituye la elaboración de moléculas de glucosa, es decir, de energía almacenada a partir de una

compleja red de reacciones químicas como procesos cíclicos. Diferentes obstáculos sobre este concepto tuvieron que ser superados a través del tiempo como lo explican González, Martínez y García (2014)

La construcción del conocimiento sobre nutrición fue un proceso complejo pudiéndose apreciar, a través de diferentes revisiones históricas (Asimov, 1968, 1982; Cañal, 1990; Giordan et al, 1988; Hall & Rao, 1977; Harré, 1970; Mazliak, 1976) cómo han ido cambiando los problemas que preocuparon a los investigadores y cómo evolucionaron sus ideas. Esto ha permitido identificar una serie de cuestiones que se suscitaron en cada momento y que se fueron resolviendo a lo largo de la historia. Para facilitar el análisis, siguiendo la propuesta de Cañal (p2).

#### 5.8.1 Grecia Clásica (459 – 322 a. C).

Tratan de explicar la estructura y composición de la materia y los cambios materiales. Hipócrates y a continuación Aristóteles exponen que la planta se alimenta de una serie de sustancias provenientes del suelo; éstas son tomadas por las raíces que son las que proporcionan la absorción de alimento con la teoría “del humus”. Aristóteles menciona que la planta tiene alma y que está capacitada solo para crecer y reproducirse, pero no para fabricar su alimento ni digerirlo. Por ello al igual que los animales se limitan solo a absorber dichos alimentos. Al suelo se le atribuye el papel de sistema digestivo el cual prepara el alimento para ser tomado. La respiración no estuvo asociada al proceso de alimentación de las plantas, inclusive se consideraron que no respiraban. (Velásquez 2011).

#### 5.8.2 Edad Media.

Alejandro Magno (1280) Partiendo de la teoría de la transmutación, consideró que la naturaleza era de naturaleza alquimista. Considero que la savia proporcionaba alimento a la planta y se transportaba por venas. Van Helmont, J. B., (1644) llevo a cabo el primer estudio experimental sobre fisiología vegetal demostrando que el agua es fuente de alimento del vegetal, refutando el planteamiento de la teoría humínica. Llego a la conclusión de que el agua al humedecer el suelo ayudaba a formar las sustancias que

necesitaba la planta. Más tarde Malpighi (1671) y Mariotte (1684) proponen que además del agua, también las sales minerales intervienen como alimento de las plantas verdes. Reconociendo el aporte de Boyle (1661), Major (1665), Perrault, (1688), Grew, (1682) Woodward, (1699) Bonet, (1754) hicieron sobre el comportamiento de la planta como el crecimiento, comportamiento del vegetal y hasta observar estructuras a través de un microscopio. (Velásquez 2011).

### 5.8.3 Edad Moderna.

Stephen Hales, 1727 considerado el padre de la fisiología vegetal, describe como las plantas utilizan el aire para alimentarse durante su desarrollo. Aporta diversos procedimientos y aparatos para el manejo de los gases que facilitaron el estudio de la composición del aire atmosférico realizado por Joseph Priestley (1777) donde pudo comprobar que las plantas respiran, pero de una manera inversa que los animales, es decir absorben dióxido de carbono y liberan oxígeno. Para este autor no fue suficiente para poder explicar la necesidad de la luz, ni el papel que desempeña el aire en el proceso. Solo fue Ingen- Housz (1799) quién demostró que las plantas necesitan la luz para el desprendimiento de oxígeno, nutrientes del suelo y solo las partes verdes de la planta podían realizar este proceso. Esta etapa finaliza con Saussure, (1804) con las relaciones cuantitativas entre el dióxido de carbono absorbido por la planta, la cantidad de materia orgánica y oxígeno producidos. Menciona que durante dicho proceso la planta absorbe agua y propone la primera ecuación para representarlo. (Velásquez 2011).

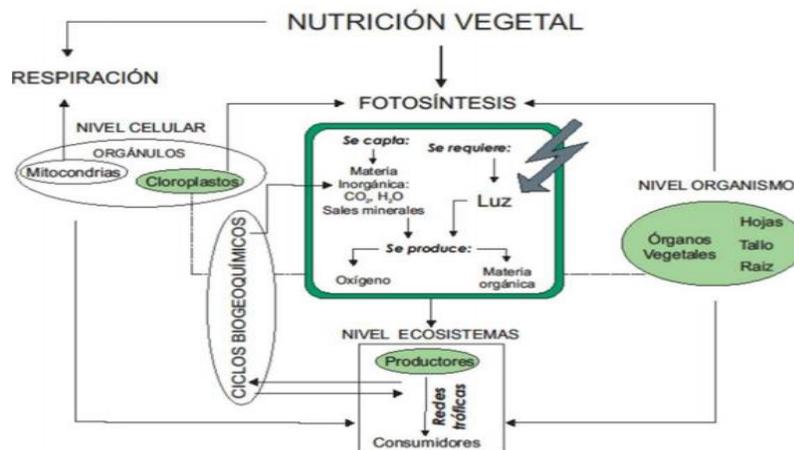
### 5.8.4 Edad Contemporánea.

Según Velásquez (2011) En esta etapa se generalizan los estudios experimentales. Mohl, (1845) Descubre la existencia de clorofila y de granos de almidón, Libig, (1873), Boussingault, (1855) demuestra experimentalmente que las plantas consiguen el nitrógeno en forma mineral, del suelo. Sachs (1864), demuestra que el almidón se encuentra concentrado en los cloroplastos y es un producto de la actividad de la clorofila. Fitting

(1868), establece la composición química de la glucosa. Baeyer (1870), propone que la glucosa se forma por la combinación de seis moléculas de formaldehído. Fisher (1891), establece la fórmula estructural de la glucosa. Barnes (1898), propone el término de fotosíntesis.

Calvin y Benson (1948), fueron 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. El uso de marcadores radioactivos permitió aclarar la forma en que se produce el transporte de la savia elaborada a través del floema. En cuanto al proceso de respiración se describe como una serie de reacciones catalizadas que llevan a la producción de energía, en las que se requiere oxígeno y se desprende dióxido de carbono. Los compuestos de fosfato que se forman en el metabolismo permiten acumular energía en forma de ATP (*Adenosín trifosfato*). De esta forma se configura el nuevo modelo de nutrición vegetal, con procesos energéticos y ciclos de materia que tienen lugar en el ecosistema y con ello la trascendencia de las plantas al ambiente (Velásquez, 2011).

Figura 4: Esquema conceptual sobre nutrición vegetal.



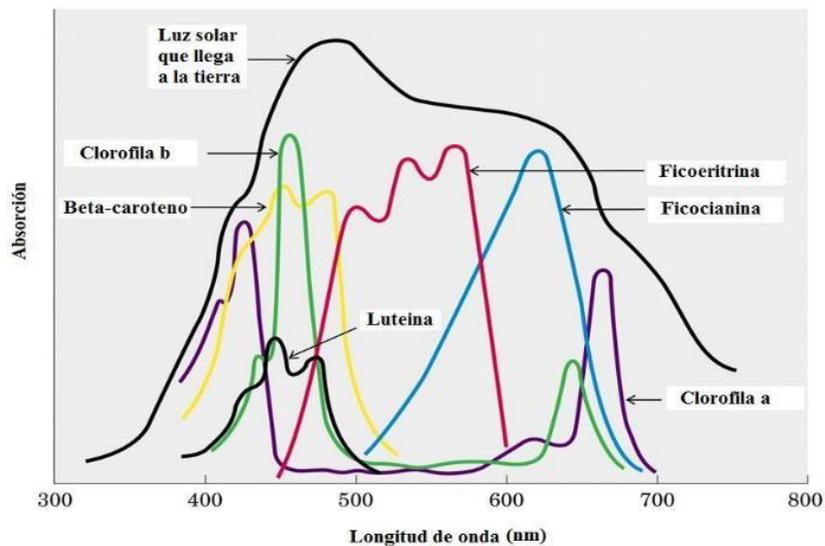
Tomado de González, et, at (2013).

Generalizando la fotosíntesis ocurre en dos etapas; una fase lumínica dependiente de la luz y una fase oscura en la cual se fabrica las moléculas de glucosa en los cloroplastos.

En principio, los cloroplastos tienen pigmentos que son moléculas capaces de "capturar" ciertas cantidades de energía lumínica. Dentro de los pigmentos más comunes se encuentra la clorofila a y la clorofila b, típica de plantas terrestres, los carotenos, las xantófitas, fucoeritrinas y ficocianinas, cada uno de estos últimos característico de ciertas especies. Cada uno de estos pigmentos se "especializa" en captar cierto tipo de luz. (Velásquez 2011).

La luz se puede descomponer en diferentes longitudes de onda, las cuales utiliza la planta para absorber y aprovechar la energía lumínica. Lo realiza a través de los llamados fotosistemas quienes ayudan a capturar de manera eficiente la energía lumínica dentro del cloroplasto.

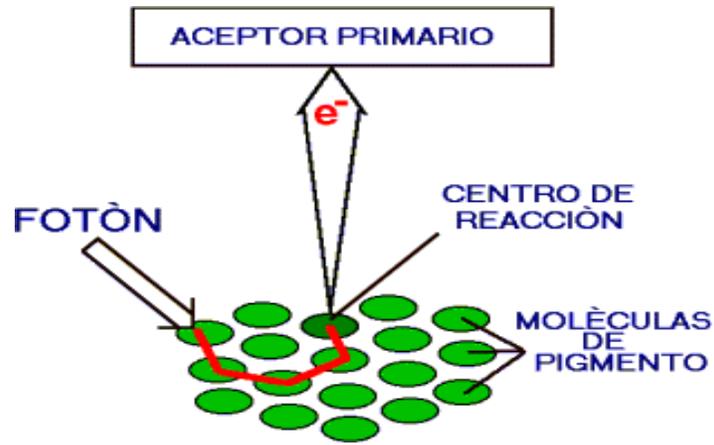
Figura 5: Espectros de absorción de la clorofila (a y b), carotenos, ficoeritrina y ficocianina.



tomado de Lenhinger, (2003).

Los fotosistemas capturan los fotones a través de una reacción química capturando la energía dentro de pigmentos de moléculas llamados cloroplastos; este proceso es foto dependiente, es decir ocurre en la fase lumínica del proceso. En estas reacciones lumínicas que suceden en el tilacoides, la luz excita a los electrones en las moléculas de clorofila y transfiere los electrones energéticos a los sistemas de transporte de electrones los cuales desencadenan las reacciones que transformaran la energía para sintetizar ATP y NADPH, formando O<sub>2</sub>. Las reacciones oscuras del mencionado ciclo de Calvin utilizan la energía del ATP y NADPH para convertir CO<sub>2</sub> y H<sub>2</sub>O en glucosa. Los transportadores reducidos, ADP y NADP<sup>+</sup>, regresan a los tilacoides para recargarse mediante reacciones lumínicas. Curtis (2003).

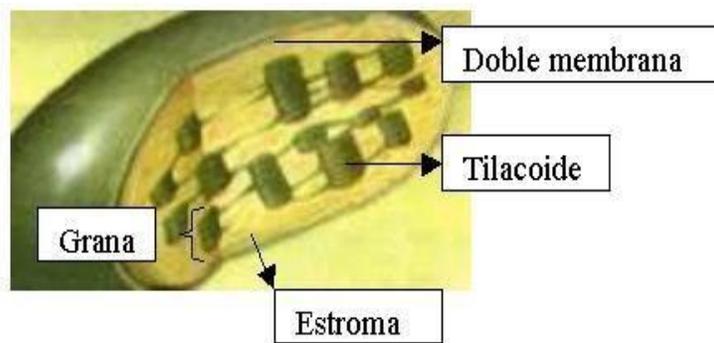
Figura 6: Fotosistema.



Tomado de Curtis (2003)

Los cloroplastos son organelos formados por una doble membrana externa que rodean un medio semilíquido, el estroma. Dentro del estroma se encuentran unos sacos membranosos interconectados en forma de disco llamados tilacoides. En la mayor parte de los cloroplastos los tilacoides están apilados en estructuras llamadas granas como se observa en la figura. Curtis (2003).

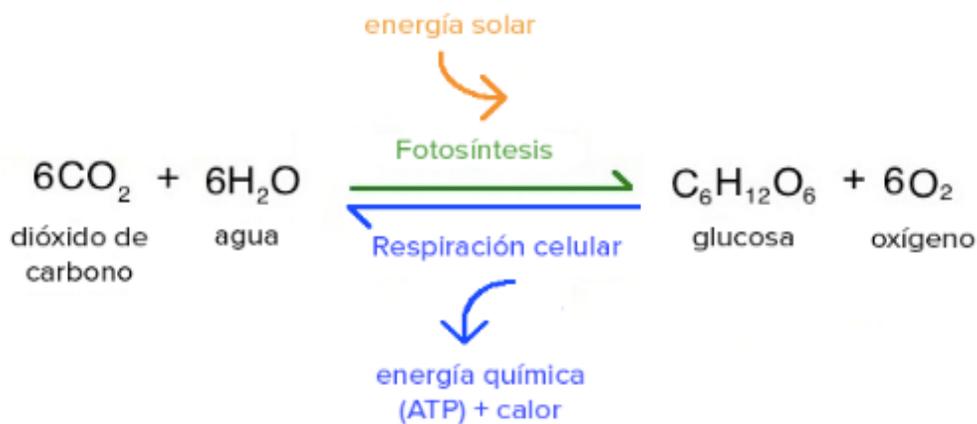
Figura 7: Cloroplasto.



Tomado de Curtis (2003).

Las plantas usan el alimento que elaboran para los diferentes procesos de crecimiento y mantenimiento celular como lo son la reparación de células, tejidos y órganos. Y la conversión de la glucosa en celulosa que forma parte de la pared celular. Además, almacena azúcar en las diferentes partes de su estructura como el tallo, raíz, frutos y semillas. La reacción se representa mediante la ecuación química:

Figura 8: Reacción general de la fotosíntesis.



Tomado de <https://es.khanacademy.org/science/biology/photosynthesis-in-plants/introduction-to-stages-of-photosynthesis/a/intro-to-photosynthesis>.

De aquí se infiere que la planta produce alimento y se acumula en forma de glucosa, molécula que se construye a partir de la energía solar mediante un complejo de sistemas llamados fotosistemas que con ayuda del dióxido de carbono  $\text{CO}_2$  y agua  $\text{H}_2\text{O}$  liberan oxígeno y almacenan energía química en forma de azúcar. Este proceso se da en el cloroplasto y en presencia de clorofila.

## 5.9 MODELOS EXPLICATIVOS SOBRE LA NUTRICIÓN EN PLANTAS

Estos modelos explicativos de la nutrición en plantas surgen a partir de la analogía planta animal en el siglo IV a.c., en la cual se genera una división de la nutrición en nutrición externa y nutrición interna, que diferencia la transformación de las sustancias orgánicas (humus) o inorgánicas (agua y sales minerales). La nutrición externa implica un

previo procesamiento de las sustancias, tal hecho ocurre en el suelo, por ello se designa este como el estómago de la planta. Luego al estudiarse la estructura de la planta (ramas, hojas, madera) se encontró que sus componentes difieren de la composición de las sustancias inorgánicas absorbidas por la raíz, lo que conllevó a designar la nutrición interna, a la cual se otorga la capacidad de realizar el procesamiento de sustancias, a la planta. En general la fuente de alimento de la planta es el suelo, este desarrollo sobre la nutrición de las plantas a partir del suelo es considerado *el modelo edáfico* (Velásquez, 2011).

A principios del siglo XVII, cuando, comenzó el estudio experimental de la fisiología vegetal, había muy poca evidencia para mostrar como ocurrían las reacciones químicas. Los hombres notaban que algunas sustancias entraban a las reacciones químicas y otras sustancias se producían en ellas. De estas observaciones, se originó *el modelo de la transmutación*. Se creyó que la transmutación era un proceso a través del cual se podía cambiar una sustancia en otra. Jan Baptista Van Helmont llevó a cabo un experimento muy significativo con un árbol de sauce, en este experimento, se intentó descubrir la fuente de alimento para los vegetales. La materia vegetal, representada por la ganancia en peso, había venido solamente del agua, puesto que no había habido una pérdida de peso apreciable en la tierra, se asume que el agua ha sido transmutada en madera. Se concluye que la alimentación no es exclusivamente edáfica porque al suelo se une el aire, e incluso el sol, como fuente de alimentos, que se transformarán por transmutación, en una serie de combinaciones (Velásquez, 2011).

Para el siglo XVII, se sabía poco acerca de la naturaleza de los gases, las investigaciones sobre la composición del aire y su importancia para la vida se desarrollaron a partir de experiencias hechas sobre los procesos de combustión de algunas sustancias. Se creyó que las llamas que brotaban hacia arriba y hacía fuera del objeto que se quemaba, representaban algo que se escapaba de él. Este algo desconocido fue llamado «*flogisto*». Las plantas tenían la capacidad de cambiar el aire viciado por la combustión y/o por la

respiración animal. Se consideró que las plantas tienen un tipo de respiración inversa a la de los animales ya que produce una deflogisticación del aire (Velásquez, 2011).

A continuación, se presenta un cuadro resumen con los modelos explicativos sobre el concepto de nutrición en plantas, sus precursores y las principales características.

Tabla 3. Modelos explicativos la nutrición y características en plantas y precursores.

MODELO	SUBMODELO	PRECURSORES	CARACTERÍSTICAS
EDÁFICO	El suelo como órgano digestivo	Hipócrates, Aristóteles, en el siglo IV antes de Cristo.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se considera que la planta obtiene su alimento del exterior, y más concretamente del suelo.</li> <li>- La raíz hace las veces de boca.</li> <li>- El alimento está constituido por restos vegetales orgánicos (humus).</li> <li>- El humus sufre una digestión previa antes de ser captado por el vegetal.</li> </ul>

---

<p>Las plantas capaces de digerir los nutrientes del suelo.</p>	<p>Malpighi (1628- 1694)</p>	<p>- La planta es capaz de transformar las sustancias.  - Los procesos de transformación de las sustancias de las plantas tenían lugar en las hojas (estomago de la planta).  - En las hojas existían pequeños poros (estomas) con una función excretora.</p>
<p>TRANSMUTA CIÓN</p>	<p>J.B. Van Helmont (1577-1644).</p>	<p>Se considera el agua como material fundamental para el desarrollo de las plantas.</p>
<p>FLOGISTO</p>	<p>Joseph Priestley (1733-1804).</p>	<p>- Las plantas tienen la capacidad de cambiar el aire viciado por la combustión y/o por la respiración animal.</p>
<p>FLOGISTO</p>	<p>J. Ingenhousz (1730-1799).</p>	<p>- Las plantas tienen un tipo de respiración inversa a la de los animales.  - Las plantas sólo producen aire deflogisticado (O<sub>2</sub>) en sus partes verdes y en presencia de luz.</p>
<p>PRECIENTIFI</p>	<p>La fotosíntesis ocurre en</p>	

---

---

CO

MOLECULAR

organelas específicas

llamadas cloroplastos

ubicadas en la hoja. Implica un sistema de flujo de electrones. Comprende dos etapas:

1. Fotodependiente, ocurre sólo en presencia de luz, se da captación de energía lumínica por clorofilas, se da transporte de electrones y se produce ATP (energía química)

2. Etapa bioquímica o ciclo de Calvin, ocurre de manera independiente de la luz, en esta se gasta el ATP producido en la etapa foto dependiente para generar nutrientes.

---

Tomado de Velásquez (2011) Pág. 39.

## 5.10 DISEÑO DE UNIDADES DIDÁCTICAS PARA LA ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DE CONCEPTOS CIENTÍFICOS

Sanmartí (2000), refieren que: diseñar una unidad didáctica para llevarla a la práctica, es decir, decidir qué se va a enseñar y cómo. Es la actividad más importante que llevan a cabo los enseñantes, ya que a través de ella se concretan sus ideas y sus intenciones educativas. Una persona puede haber aprendido

nuevas teorías didácticas y puede verbalizar que tiene una determinada visión acerca de qué ciencia es importante que sus alumnos aprendan o acerca de cómo se aprenden mejor las ciencias, pero es en el diseño de su práctica educativa donde se refleja si sus verbalizaciones han sido interiorizadas y aplicadas (p. 3).

Así para la construcción de unidades didácticas los profesores deben identificar con acervo obstáculos de los estudiantes frente a los nuevos conocimientos que se les presentan, pero dicho proceso requiere la modelización del pensamiento de los estudiantes. Orrego et al. (2016) “este proceso de modelización lleva a la identificación de los obstáculos de los estudiantes frente a las nuevas experiencias de enseñanza y aprendizaje que se les presentan” (p.24).

Se considera que el diseño de las unidades didácticas en la práctica de aula favorece el aprendizaje porque estructura las actividades, objetivos, criterios de evaluación, conceptualización y contextualizaron del concepto a enseñar relacionando aspectos metacognitivos, epistemológicos, emotivo-afectivo, de origen C/T/S/A. (Ciencia, Tecnología, sociedad y ambiente), representaciones, los usos del lenguaje y la propuesta para la resolución de problemas que inducen a los estudiantes a desarrollar pensamiento reflexivo.

Teniendo en cuenta los elementos propuestos por Jorba y Sanmartí (1996), para la construcción de unidades didácticas, en esta investigación se tiene en cuenta el ciclo de aprendizaje propuesto por estos investigadores descrita en cuatro fases que se desarrollan en el proceso formativo de enseñanza y aprendizaje así:

- Fase de exploración o explicitación inicial.
- Fase de introducción de nuevos conocimientos.
- Fase de estructuración y síntesis de los nuevos conocimientos.
- Fase de aplicación.

La unidad didáctica contiene la descripción de la unidad, los objetivos didácticos, contenidos de aprendizaje, la secuencia de actividades, organización del espacio y el tiempo, la evaluación y recursos didácticos.

## **6 OBJETIVOS**

### **6.1 OBJETIVO GENERAL**

Caracterizar los niveles argumentativos y los modelos explicativos del concepto de nutrición en plantas en los estudiantes del grado sexto de la Institución Educativa San Juan Bosco del Municipio de Palermo Huila, antes y después de la intervención didáctica.

### **6.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Identificar los niveles argumentativos y los modelos explicativos de los estudiantes de grado sexto con relación al concepto de nutrición en plantas antes de la intervención didáctica.
- Promover procesos argumentativos mediante el diseño y la implementación de una unidad didáctica sobre la nutrición en las plantas.
- Reconocer los cambios en los niveles argumentativos y los modelos explicativos del concepto nutrición en plantas después de la aplicación de la unidad didáctica.

## 7 METODOLOGÍA

### 7.1 ENFOQUE METODOLÓGICO

Desde la definición de investigación cualitativa, guiada por Strauss y Corbin (2002), se define como aquella que produce hallazgos a los que no se llega por medio de procedimientos estadísticos u otros medios de cuantificación. Puede tratarse de investigaciones sobre la vida de la gente, las experiencias vividas, los comportamientos, emociones y sentimientos, así como al funcionamiento organizacional, los movimientos sociales, los fenómenos culturales y la interacción entre las naciones.

La metodología por ende que guía la investigación es de carácter cualitativo de alcance descriptivo. Así Piñuel (2002), “Los análisis descriptivos tienen por objeto, en un marco de estudio dado, la simple identificación y catalogación de la realidad empírica de los textos o documentos, mediante la definición de categorías o clases de sus elementos” (p. 9). El objeto de esta averiguación toma en cuenta dos categorías de análisis; la primera relacionada con los niveles argumentativos y la segunda con los modelos explicativos que los estudiantes utilizan para explicar el concepto de nutrición en las plantas.

Para el enfoque descriptivo, la investigación tomará una unidad de trabajo de nueve estudiantes de forma aleatoria para valorar los obstáculos epistémicos frente al concepto de nutrición en plantas, los niveles argumentativos y posterior intervención en el aula con una unidad didáctica que permita medir estas dos categorías. Para la codificación y descripción de los resultados se realiza la triangulación de los datos, desde Piñuel, (2002) “En el análisis de contenido triangular se refiere a la recolección y comparación de perspectivas sobre una misma situación de comunicación. Se basa en la contrastación de la descripción, explicación y evaluación de los contenidos analizados” (p.14)

En consecuencia, esta investigación de carácter cualitativa descriptiva parte del diagnóstico académico de los estudiantes frente a la habilidad argumentativa. Se aplica inicialmente un cuestionario de preguntas escritas para valorar los posibles modelos

explicativos iniciales que tienen los estudiantes sobre el concepto de nutrición en plantas y además para acceder a información que permita identificar los niveles argumentativos en los que se ubican los estudiantes. Posteriormente se implementaron acciones de enseñanza con la elaboración y aplicación de la unidad didáctica para mejorar el nivel argumentativo de los estudiantes a través del diseño de una unidad didáctica. Esta unidad didáctica enmarcada en el ciclo de aprendizaje de Jorba y Sanmartí, (1996) consta de 4 fases distribuidas en un tiempo de veintidós (22) horas clase de sesenta (60) minutos cada una. En la primera fase de exploración se aplicó el instrumento inicial para caracterizar los niveles argumentativos y modelos explicativos del concepto de nutrición en plantas. En la segunda fase de introducción de nuevos conceptos se hizo la intervención valorando cada uno de los modelos explicativos del concepto de nutrición en plantas a través de diferentes estrategias que implicaron procesos de metacognición, debates para intervenir la habilidad argumentativa, reflexiones, resolución de problemas. En la tercera fase de síntesis se abordaron dos experiencias de laboratorio sobre los pigmentos fotosintéticos de la planta y la actividad fotosintética. En la cuarta fase de aplicación se plantearon dos situaciones en las cuales debían solucionar el problema planteado a partir de argumentos. En la que se valoró su incidencia en el proceso del aprendizaje del concepto de nutrición en plantas y los niveles argumentativos en los estudiantes de grado sexto de la Institución Educativa San Juan Bosco de Palermo Huila.

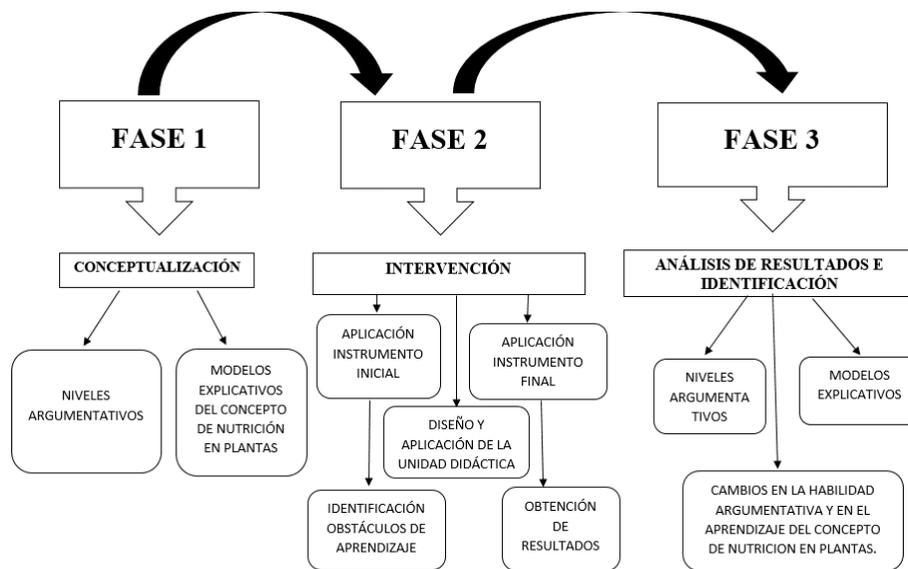
La metodología direccionada al análisis cualitativo buscó el análisis descriptivo de los argumentos expuestos por los estudiantes frente al concepto de nutrición en plantas antes y después de la intervención didáctica, así como describir los desempeños que se alcanzaron en el proceso argumentativo frente al aprendizaje profundo del concepto de nutrición en plantas.

## 7.2 DISEÑO METODOLÓGICO

La investigación se realizó en tres fases, la primera fase de conceptualización teórica; se hizo una revisión bibliográfica sobre las investigaciones realizadas sobre la habilidad

argumentativa, los niveles argumentativos y los modelos explicativos sobre el concepto de nutrición en plantas, concepto a intervenir, al igual que sustentar la perspectiva investigativa que direcciona este trabajo. La segunda fase se relaciona con la parte metodológica, que consiste en valorar los modelos explicativos iniciales de los estudiantes y los niveles argumentativos, desde donde se plantea una unidad didáctica para luego valorar los cambios en la habilidad argumentativa y los modelos explicativos sobre el concepto de nutrición en plantas. La tercera fase es la descripción de las producciones orales y escritas de los estudiantes tanto en los niveles argumentativos como en los modelos explicativos del concepto de nutrición en plantas con el fin de identificar los cambios presentados luego de la intervención pedagógica.

Figura 9: Diseño metodológico de la investigación.



Fuente: Elaboración propia.

### 7.3 CONTEXTO

La investigación pretende conocer y valorar la habilidad argumentativa desde los niveles argumentativos y los modelos explicativos sobre el concepto de nutrición en plantas que poseen los estudiantes de grado sexto de la Institución Educativa San Juan Bosco del

municipio de Palermo Huila, de modalidad pública y mixta, con estudiantes de preescolar, básica primaria básica secundaria y media. Las características relevantes del contexto familiar, es que se cuenta con una población poco escolarizada, con trabajos generalmente informales, con una cultura arraigada por las tradiciones religiosas y mitologías de este municipio. Las familias pertenecen a los estratos 1,2 y 3. Con condiciones básicas para el sustento.

### 7.4 UNIDAD DE TRABAJO

La unidad de trabajo en esta investigación está centrada en el grado sexto de la Institución Educativa San Juan Bosco del municipio de Palermo Huila, con una total de 4 grupos y 108 estudiantes. El grupo con el que se aplican los instrumentos de recolección de la información y la intervención con la aplicación de la unidad didáctica es el grupo 602, con 29 estudiantes, 13 niños y 16 niñas, en edades entre los 10 y 13 años de edad. Con una muestra intencionada de 9 estudiantes.

### 7.5 UNIDAD DE ANÁLISIS

Esta investigación analiza la habilidad argumentativa a partir de los niveles argumentativos de Tamayo (2016), y los modelos explicativos que poseen los estudiantes frente al concepto de nutrición en plantas.

Tabla 4. Modelos Categorías de investigación.

<b>CATEGORIAS DE ANÁLISIS</b>	<b>SUBCATEGORIAS</b>	<b>DESCRIPTORES</b>
Niveles argumentativos propuestos por Tamayo (2016) p.128	Nivel 1	Comprende los argumentos que son una descripción simple de la vivencia.
	Nivel 2	Comprende argumentos en los que se identifican con claridad los datos y una conclusión.
	Nivel 3	Son argumentos constituidos por datos, con conclusiones y justificación.
	Nivel 4	Comprende argumentos constituidos por datos, conclusiones y justificaciones haciendo uso de calificadores o respaldo teórico y sin contraargumento.
	Nivel 5	Muestra argumentos con una conclusión y un claro contraargumento. Igual, un argumento puede tener varias conclusiones y justificaciones.
Modelos conceptuales de la nutrición en plantas	Edáfico	El suelo como órgano digestivo. Las plantas capaces de digerir los nutrientes del suelo.
	Transmutación	Se considera el agua como material fundamental para el desarrollo de la planta.

Velásquez (2011) p.39	Flogisto	Las plantas tienen la capacidad de cambiar el aire viciado por combustión y/o respiración animal, solo producen aire desflogisticado (O <sub>2</sub> ) en sus partes verdes y en presencia de luz. Respiración inversa a la de los animales.
	Precientífico molecular	La fotosíntesis ocurre en organelas específicas llamadas cloroplastos ubicadas en las hojas. Implica un sistema de flujo de electrones. Comprende dos etapas: una foto dependiente y otra bioquímica. Aquí se produce nutrientes.

---

*Tomado de Tamayo (2016) y Velásquez (2011).*

## 7.6 INSTRUMENTOS DE LA INVESTIGACIÓN

Las técnicas e instrumentos utilizados corresponden a un cuestionario inicial escrito con el objetivo de indagar sobre los modelos explicativos iniciales y los niveles argumentativos que utilizan los estudiantes para explicar el concepto de nutrición en plantas con los cuales mediante el análisis de los datos recolectados se pretende identificar posibles obstáculos epistémicos que tienen frente al concepto.

El instrumento comprende preguntas abiertas con la intencionalidad de evidenciar los niveles argumentativos en las respuestas que elaboran los estudiantes. La técnica de la entrevista se seguirá utilizando en la intervención a través de la unidad didáctica de forma oral y escrita para observar y analizar la participación de los estudiantes y así valorar el nivel argumentativo y posible cambio conceptual a través de situaciones que generen debates.

## 7.7 UNIDAD DIDÁCTICA

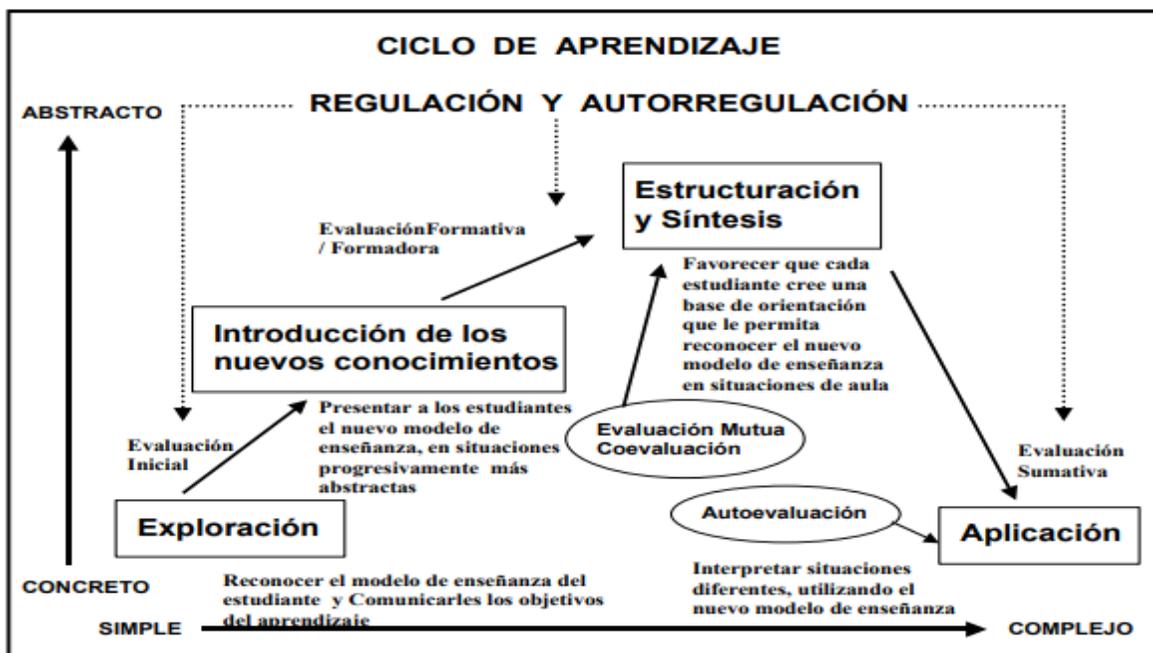
Para Orrego et al. (2016), la unidad didáctica es un proceso donde se consolida la propuesta didáctica de enseñanza en la cual se evidencian los desarrollos teóricos de varias disciplinas como la pedagogía, la didáctica y las didácticas de dominio específico. Aquí se consolida el punto de partida identificando obstáculos de aprendizaje los cuales aportan en la construcción y aplicación de la unidad didáctica para fortalecer el aprendizaje. En este sentido se considera que el proceso es flexible para permitir el desarrollo de pensamiento.

Jorba y Sanmartí (1996), implementa el ciclo de aprendizaje en cuatro fases, que se presentan a continuación y se integran en los procesos de evaluación, regulación y autorregulación de los aprendizajes:

- Fase de exploración o de explicitación inicial: sitúa al estudiante en la temática objeto de estudio y busca captar su atención; a la vez que permite diagnosticar y activar conocimientos previos. En esta fase se desarrollan actividades que contribuyen a que los estudiantes formulen preguntas iniciales e hipótesis desde situaciones, vivencias e intereses cercanos.
- Fase de introducción de los nuevos conocimientos: orientada a observar, comparar o relacionar cada parte de lo que captó el estudiante inicialmente, de manera que estos se vean abocados a interactuar con el material de estudio, con sus pares y con el docente, buscando elaborar conceptos más significativos.
- Fase de estructuración y síntesis de los nuevos conocimientos: pretende ayudar al estudiante a construir el conocimiento como consecuencia de la interacción con el maestro, los compañeros y el ajuste personal
- Fase de aplicación: permiten al estudiante aplicar los conocimientos adquiridos en otras situaciones similares. A continuación, se presenta un esquema que relaciona los aspectos básicos que debe contener una unidad didáctica convencional integrada al ciclo del aprendizaje (Gallego, Quiceno y Pulgarín, 2014, p.2).

La unidad didáctica se desarrollará por horas de clase, en donde se tiene en cuenta para su implementación el instrumento inicial ubicando modelos explicativos del concepto y la habilidad argumentativa para identificar posibles obstáculos de aprendizaje. Su implementación y posterior aplicación con un instrumento final posibilita valorar los cambios en los niveles argumentativos y el concepto de nutrición en plantas después de la intervención.

Figura 10: Diseño unidad didáctica propuesta por Jorba y Sanmartí (1996)



Tomada de Gallego et al. (2014).

## 7.8 PLAN DE ANÁLISIS

Para la propuesta investigativa se aplicará un plan de análisis enmarcado en reglas o códigos de clasificación para favorecer la validez y confiabilidad de los resultados recolectados. Así Sampieri (2014), indica:

En el análisis de los datos, la acción esencial consiste en que recibimos datos no estructurados, a los cuales nosotros le proporcionamos una estructura. Los datos son muy variados, pero en esencia consisten en observaciones del investigador y narraciones de los participantes: a) visuales (fotografías, videos, pinturas, ente otras), b) auditivas (grabaciones) c) textos escritos (documentos, cartas, etc.) y d) expresiones verbales y no verbales (como respuestas orales y gestos en una entrevista o grupo de enfoque), además de las narraciones del investigador (anotaciones o grabaciones en la bitácora de campo, ya sea en una libreta o dispositivo electrónico) p. 418.

Según lo expresado, el primer paso a seguir en el análisis de la información es la codificación de los resultados recolectados en el instrumento inicial y en el instrumento final. Es decir que se estructuran de acuerdo a las categorías de la investigación, enmarcadas en los niveles argumentativos y en los modelos explicativos. Para ello se utiliza la información contenida en la unidad de análisis para ordenar los datos. Una vez identificadas las categorías, subcategorías y descriptores se transcribe la información recolectada tanto en audios como en líneas de texto. Los audios guían los procesos argumentativos puestos en acción en la clase y dan cuenta de los niveles argumentativos, al igual que la recolección de información textual que adicional ofrece también información sobre los modelos explicativos del concepto de nutrición en plantas. Una vez organizada y codificada la información se hace la correspondiente triangulación de la información que da validez a los resultados y a las categorías de análisis como expresa Piñuel (2012), la triangulación:

Se basa en la contrastación de la descripción, explicación y evaluación de los contenidos analizados en una investigación, con otras descripciones, explicaciones o evaluaciones de otras investigaciones independientes realizadas sobre el mismo objeto, o bien, dentro de una misma investigación sobre idéntico

objeto, de una combinación de técnicas, entre ellas el análisis de contenido, como medio de validez externa a los datos (P. 14).

Dado que, en esta investigación cualitativa, se utiliza la entrevista, la observación, las preguntas abiertas presentadas en cuestionarios, los cuadernos como diario de campo y el debate como acción discursiva que promueve la argumentación; el tipo de recogida de datos viene expresado en forma de cadenas verbales. Se trata de datos que reflejan la comprensión de los procesos y las situaciones por parte de los participantes, en este caso los estudiantes.

De esta manera se persigue alcanzar el objeto de estudio de esta investigación que permite mostrar las categorías de análisis fundamentadas en la metodología de investigación.

## 7.9 TÉCNICAS PARA ANALIZAR LA INFORMACIÓN

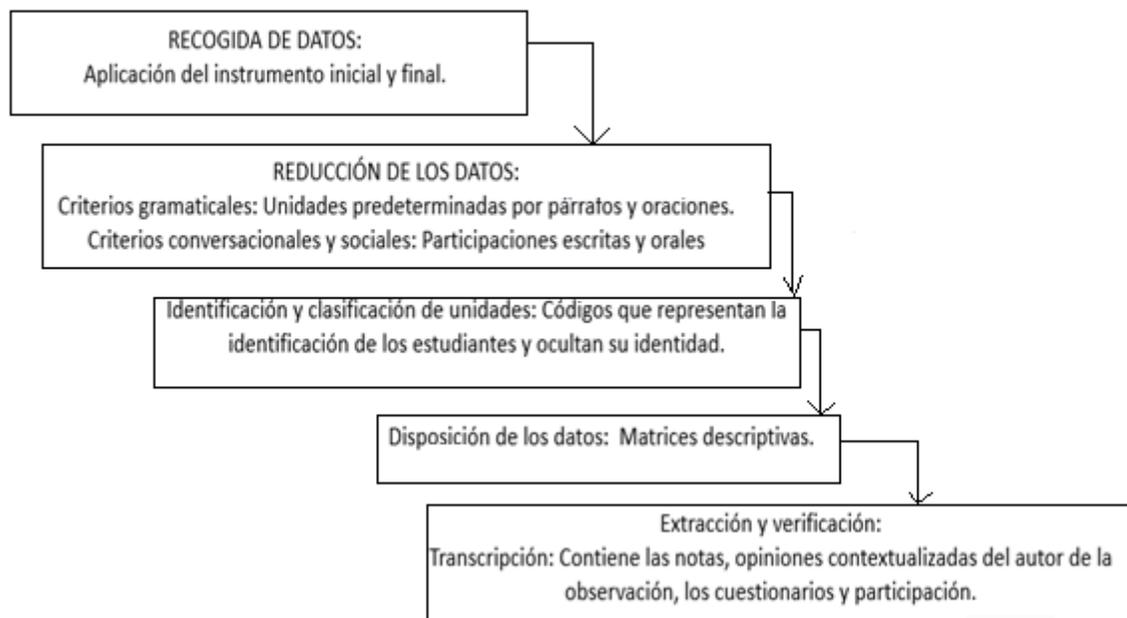
Los datos cualitativos: Cuestionario escrito Inicial y Final para Indagar los Niveles Argumentativos y los modelos explicativos sobre el concepto de nutrición en plantas. Este cuestionario constaba de 8 preguntas abiertas, diseñadas de tal forma que al analizar las respuestas de los estudiantes se pueda identificar modelos explicativos iniciales, y finales después de la intervención de la unidad didáctica; a su vez determinar los niveles de argumentación. El mismo cuestionario se aplica al final para evidenciar los posibles cambios en el aprendizaje del concepto de nutrición en plantas y el nivel argumentativo.

El debate: La técnica lingüística que se utiliza para analizar la estructura del argumento es el debate que se define desde el diccionario de la real academia española como la “Discusión en la que dos o más personas opinan acerca de uno o varios temas y en la que cada uno expone sus ideas y defiende sus opiniones e intereses”. De esta forma se persigue identificar niveles argumentativos en clase mediante la intervención con la unidad didáctica.

Disposición y transformación de los datos: Se utiliza la técnica de matrices descriptivas para la reducción y análisis de los datos recolectados donde se ubican las preguntas del cuestionario inicial y final junto con las respuestas establecidas por los estudiantes, codificadas y las categorías de análisis.

Figura 11: Procedimiento para el análisis de los datos.

PROCEDIMIENTO DEL ANALISIS DE LOS DATOS



*Elaboración propia.*

## 7.10 CONSENTIMIENTO INFORMADO

Se elabora el consentimiento informado para los estudiantes haciendo la claridad de protección de confidencialidad de los datos y protección de la identidad. De igual forma se le informa sobre el objeto de estudio de la investigación. El documento de consentimiento informado se ubica en anexos.

## 8 ANÁLISIS DE RESULTADOS Y DISCUSIONES

En el siguiente análisis se describe el estado inicial y final de los estudiantes del grado Sexto de la Institución Educativa San Juan Bosco del municipio de Palermo, frente a los modelos explicativos (ME) del concepto de nutrición en plantas y los niveles argumentativos (NA) a partir de la aplicación de los instrumentos inicial y final; y de los espacios argumentativos que se posibilitaron en la intervención didáctica. Así mismo se eligió a nueve estudiantes de la unidad de trabajo para interpretar el análisis del contenido en sus respuestas. Se debe agregar que las respuestas otorgadas por los estudiantes se analizan de acuerdo a las siguientes convenciones con el fin de identificar la estructura del argumento y el uso de marcadores discursivos; entendidos estos como unidades lingüísticas que orientan el discurso y facilitan el análisis descriptivo. Por consiguiente, aparecerán resaltados en negrilla.

Tabla 5. Convenciones Para Analizar los Argumentos y los Modelos Explicativos

<b>Símbolo</b>	<b>Nombre</b>	<b>Definición</b>
<b>E</b>	Estudiante	E <sub>1</sub> , E <sub>2</sub> , E <sub>3</sub> , E <sub>4</sub> , E <sub>5</sub> , E <sub>6</sub> , E <sub>7</sub> , E <sub>8</sub> , E <sub>9</sub>
<b>P</b>	Pregunta	P <sub>1</sub> , P <sub>2</sub> , P <sub>3</sub> , P <sub>4</sub> , P <sub>5</sub> , P <sub>6</sub> , P <sub>7</sub> , P <sub>8</sub>
<b>M</b>	Modelo explicativo	M <sub>1</sub> , M <sub>2</sub> , M <sub>3</sub> , M <sub>4</sub> , M <sub>5</sub> , M <sub>6</sub>
<b>M<sub>1</sub></b>	Modelo edáfico	Representa la nutrición en plantas ( <b>NP</b> ) a partir del suelo.
<b>M<sub>2</sub></b>	Modelo Transmutación	Representa la (NP) a partir del agua. El agua se transmutaba en madera.
<b>M<sub>3</sub></b>	Modelo Flogisto	Representa la (NP) donde la planta toma gases como el CO <sub>2</sub> y lo cambia por O <sub>2</sub>
<b>M<sub>4</sub></b>	Modelo precientífico molecular	La planta elabora fotosíntesis a partir de las sales minerales del suelo mezcladas con

---

		agua, CO <sub>2</sub> (moléculas inorgánicas) para constituir glucosa y O <sub>2</sub> (moléculas orgánicas)
<b>M<sub>5</sub></b>	Modelo de sentido común	El estudiante considera la (NP) a partir de sus vivencias, lo que ha observado o infiere del proceso.
<b>M<sub>6</sub></b>	Modelo Mixto	Se considera que el estudiante esta entre dos modelos que explican la (NP). En este caso los resultados mostraron la intersección entre el modelo <b>M<sub>1</sub></b> y <b>M<sub>2</sub></b>
<b>N</b>	Nivel argumentativo	<b>N<sub>1</sub>, N<sub>2</sub>, N<sub>3</sub>, N<sub>4</sub>, N<sub>5</sub></b>
<b>T</b>	Tesis, conclusión o afirmación	Permite defender un punto de vista
<b>D</b>	Dato	Hechos de los cuales se dispone para formular la tesis o idea que se quiere defender.
<b>J</b>	Justificación	Relacionan la tesis y los datos
<b>Q</b>	Calificador modal	Dan cuenta del grado de certeza de los datos.
<b>R</b>	Refutación	Se refiere a las objeciones a la tesis planteada.
<b>S</b>	Sustento	Es la evidencia de la información o los datos en la que se basa la conclusión.
<b>C</b>	Conclusión	Pretensiones que buscan posicionar una acción, perspectiva o idea.

---

*Nota: Convenciones Utilizadas Para Analizar los Resultados con la Intervención Didáctica. Elaboración Propia.*

## 8.1 ANÁLISIS DE LOS NIVELES ARGUMENTATIVOS Y LOS MODELOS EXPLICATIVOS

En el primer momento de la investigación se recolectó información como punto de partida, diagnóstico o ubicación, a través de la aplicación de un instrumento cuyo propósito fue identificar los modelos explicativos iniciales en los estudiantes con respecto al concepto de (NP), así como los niveles argumentativos iniciales.

### 8.1.1 Análisis De Los Modelos Explicativos Iniciales (MEi)

Una vez que se aplicó el instrumento de lápiz y papel para identificar los (MEi) y los (NA) de los estudiantes elegidos al azar, se tabularon las respuestas en una matriz donde se ubican las ocho preguntas del cuestionario inicial y la codificación respectiva por cada estudiante, las respuestas a estas preguntas, la descripción del modelo del concepto de (NP) en el que se ubica y la estructura del argumento, a partir de los niveles argumentativos propuestos por Tamayo (2016), De igual manera los (ME) del concepto de (NP) a partir de Velásquez (2011) .

El interés de usar esta escala de análisis fue ver los modos argumentativos que usaron los estudiantes cuando presentan sus ideas, conocimientos y razonamientos para manifestar concepciones sobre el concepto de (NP).

Durante el análisis de los resultados sobre (MEi) se adicionaron dos modelos más a esta categoría para considerar la siguiente situación; un modelo de “sentido común” porque el estudiante no lo relaciona con ningún modelo establecido en la categoría de (ME) al cual se le asignó el símbolo M5.

En este modelo se considera que el estudiante utiliza una simple lógica para expresar lo que pasa, acorde a lo que él cree sería la razón o argumento de explicar lo que sucede de acuerdo a sus vivencias, intuición o conocimiento cotidiano. Siendo consecuente a lo expresado por Castillo (2018) cuando dice “Expresa situaciones de su interacción con el

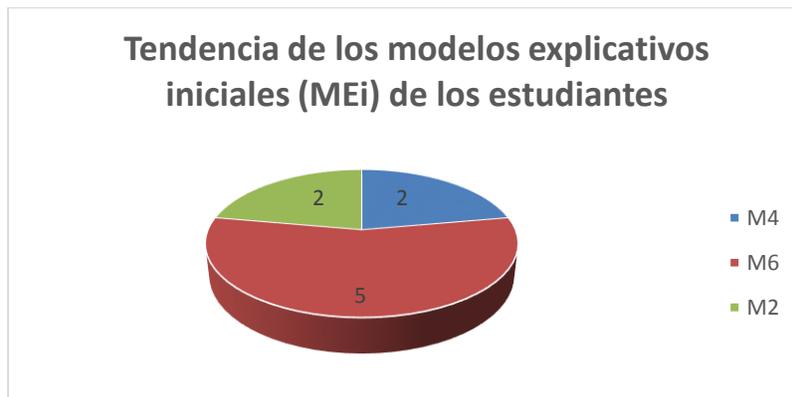
contexto; sin tener en cuenta las explicaciones científicas” p.38. El otro modelo que se adicionó, es el modelo “mixto” al cual se le asignó el símbolo M6, en el que se considera que el estudiante se encuentra entre dos modelos y sin que ello constituya un obstáculo del significado que pretende exponer o dar a conocer sobre el proceso de (NP).

Tabla 6. Tendencia de los Modelos Explicativos en la Fase de Exploración de Conocimientos Previos Luego de la Aplicación del Instrumento Inicial

Estudiantes	Tendencia
E <sub>1</sub>	M <sub>2</sub>
E <sub>2</sub>	M <sub>2</sub>
E <sub>3</sub>	M <sub>6</sub>
E <sub>4</sub>	M <sub>6</sub>
E <sub>5</sub>	M <sub>6</sub>
E <sub>6</sub>	M <sub>6</sub>
E <sub>7</sub>	M <sub>5</sub>
E <sub>8</sub>	M <sub>6</sub>
E <sub>9</sub>	M <sub>5</sub>

*Nota: Tendencia de los MEi en la fase de exploración de conocimientos previos. Elaboración propia.*

Figura 12 Tendencia de los modelos explicativos en la fase de exploración de conocimientos previos luego de la aplicación del instrumento inicial



*Nota: Tendencia de los estudiantes en los modelos explicativos iniciales. Elaboración propia.*

De acuerdo a la información suministrada en la tabla 2, se puede afirmar que cinco (5) estudiantes tienen una tendencia hacia el (ME) mixto considerado como una combinación entre el ME<sub>1</sub> y el ME<sub>2</sub>; dos (2) estudiantes se ubicaron en el (ME) de transmutación, y dos (2) estudiantes en el (ME) de sentido común; ningún estudiante en el (ME) edáfico, (ME) flogisto y (ME) precientífico molecular.

Hay que mencionar que en las respuestas que dieron los estudiantes en la pregunta uno del instrumento inicial ¿Qué crees que pasó cuando, 5 ¿años después Van Helmont, pesó la planta y la tierra? Lo relacionan de una forma literal y casi que transcribiendo lo que dice la lectura de la situación problematizadora. Considerando las respuestas de E<sub>1</sub> “*Pues que van helmont no dejaria de pesar la planta y no dejaria de ver cuanto crecia*”, E<sub>2</sub> “*Después de los 5 años el árbol había crecido y pesaba 76.74 Kg la tierra que había en la maceta encontraron los mismos 90.7kg*”, E<sub>4</sub> “*Se dio de cuenta que la planta estaba creciendo*”, E<sub>7</sub> “*Que finalmente de 5 años de cuidado el árbol habia crecido y pesaba 76.74 kg*”, E<sub>9</sub> “*El arbol habia crecido y pesaba 76.74 kg*”. Se infiere que en sus respuestas al querer responder que paso después de cinco años con el árbol de Sauce repiten prácticamente lo que dice la lectura, pero no se detienen a analizar para argumentar el fenómeno observado por Van Helmont, es decir, no se arriesgan a elaborar justificaciones y concluir centrados en el problema expuesto, por lo anterior no se evidencia una comprensión de la situación. Tal como lo dice Galagovsky, Bekerman, Di Giacomo, & Alí (2014).

Los discursos explícitos de los estudiantes, por lo tanto, son fuentes de comunicación, y también pueden ser origen de errores cuando los estudiantes novatos en el tema se ven forzados a utilizarlos, habiendo sido sus aprendizajes fundamentalmente de tipo memorístico.

En el caso del estudiante E<sub>3</sub> ubicado en el (ME<sub>1</sub>), “*Que durante cuatro años se fue creyendo poco a poco que la planta tenía mucha **tierra** para crecer y por eso necesitaba más **tierra** y creció grande y bonita*”. Este estudiante en sus respuestas piensa que la planta necesita solo **tierra** para crecer. Para comprender mejor se resalta la palabra **tierra** como

marcador discursivo para el **M<sub>1</sub>**; por lo cual se infiere que hizo una interpretación de la lectura desde el conocimiento implícito que posee y hace referencia al modelo edáfico; donde como lo indica Velásquez (2011)

este modelo describe que el suelo cumple la función de transformar las sustancias (hace las veces de estómago). Estos resultados coinciden con los resultados de muchos investigadores, reportados por Melillán y col., 2006, que encontraron que 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.

En el caso de los estudiantes **E<sub>5</sub>**, **E<sub>6</sub>** y **E<sub>8</sub>** se ubican en el (**ME<sub>2</sub>**), los cuales le dan la misma lógica del estudio de Van Helmont a la (NP) correspondiente a que el **agua** se transmutaba en madera y de esta forma la planta obtenía su crecimiento. Es preciso mencionar que la palabra **agua** se tomó como marcador discursivo para el **M<sub>2</sub>** En concreto **E<sub>5</sub>** *“Despues de los 5 años peso la planta y tenia de peso 76.74 Kg saco de nuevo la tierra que habia en la maceta y encontro los mismos 90.7 kg. Faltando unos 5 g. Por lo tanto 74.5 kg de madera y corteza se formaron solamente con **agua**”*. **E<sub>6</sub>** *“Que finalmente luego de 5 años de cuidados que el arbol habia crecido y pesaba 76.74 kg y al filal saco la tierra de la maceta y encontro los mismos 90.7 kg faltando unos 5g por lo tanto 74.5 kg de madera y corteza se formaron solamente con **agua**”*. **E<sub>8</sub>** *“Finalmente despues de 5 años de cuidado el arbol abia cresido y esta pesando 76.74 kg y luego saque la tierra que estaba en la maceta y en contro los mismos 90.7 kg por lo tanto 74.5 kg la madera y la corteza se conbirtieron en **agua**”*.

En la pregunta dos ¿a qué le atribuyes lo sucedido? Se observa que algunos estudiantes tienen modelos incompletos y muy simplificados como el caso de los estudiantes **E<sub>3</sub>**, **E<sub>4</sub>**, **E<sub>5</sub>**, **E<sub>6</sub>**, cuando lo expresan en sus respuestas. Los marcadores discursivos que se referenciaron para analizar son **agua** y **tierra**. Estos marcadores hacen alusión a los modelos Edáfico y de Transmutación. Así, **E<sub>3</sub>** *“Que las plantas necesitan de mucha **agua**, **tierra** abono”*. **E<sub>4</sub>** *“a que el arbol se alimentaba del **agua** y de la **tierra**”*, **E<sub>5</sub>** *“Creo que el **agua** por que fueron*

74.5 kg formado por solo **agua**”, **E6** “Pues que si la planta se alimenta de **agua** y de los nutrientes de la **tierra** y con solo eso puede crecer”. Tal como lo expresa Barquero (1995) citado en Rodríguez y Moreira (1999), los modelos mentales son limitados, simplificados e incompletos; llevando el concepto a una expresión mínima considerando lo más relevante de éste; el estudiante tiene en cuenta la memoria, los recuerdos y sus vivencias. Adicional algunas de sus expresiones las intuye y se aproxima a construir reflexiones que él considera llena sus expectativas para dar una respuesta acertada a lo que se le pregunta. Tal como respondieron los estudiantes **E3, E4, E5, E6** en sus consideraciones.

Para el caso de los estudiantes **E1, E2, E7, E8, E9** utilizan expresiones que no se relacionan con un modelo en concreto o semiestructurado o combinado, por lo que no se identifica en esta pregunta ningún modelo. Así en sus respuestas **E1** “*Que van Helmont cuida mucho las plantas*”, **E2** “*Me atribuye lo sucedido es que pues que Helmont estaba haciendo lo correcto con las plantas y pues que Helmont habia llamado al medico belga para que le hiciera el proceso de las plantas*”, **E7** “*Que la planta halla crecido bastante*”, **E8** “*Que la planta ya cesido conco años que abia cresido*”, **E9** “*Que Helmont despues de 5 años volvio a pesar la planta y la tierra, la tierra permanece igual y la planta creció*”. como lo expresa Arzola, Muñoz, Rodríguez & Camacho (2011) los modelos explicativos son particulares de acuerdo a las situaciones que se plantean, elaborando modelos alternativos según las situaciones vividas por él a través de lo que ha observado, leído o escuchado.

La pregunta tres ¿Qué opinas de las conclusiones de Van Helmont? ¿por qué?, Ningún estudiante hace referencia a la construcción de un modelo específico para la (NP) ni se aproximan a dar una relación coherente con este concepto. De manera que, en sus respuestas, **E1** “*Pues yo entiendo que van Helmont que el conto su experiencia "tomé una maceta", y pues él está muy dedicado a las plantas*”, **E2** “*Opino que Helmont estaba haciendo lo correcto porque pues era necesario todo lo que ellos hacían*”, **E3** “*Que el es muy ingenioso por que escribe eso tan lindo y es para saber más de las plantas*”. **E4** “*Opinas*

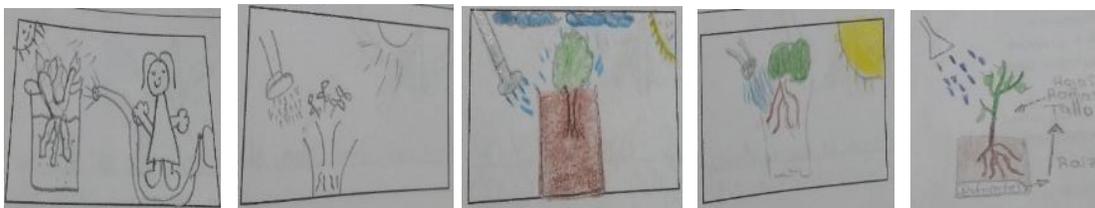
que Helmut estaba haciendo lo correcto porque pues era necesario todo lo que ellos hacían”, **E5** “opino que sus conclusiones fueron muy ciertas”, **E6** “que fue un gran experimento por que el descubrió como se alimenta y por donde toma el agua y los nutrientes”, **E7** “las conclusiones de Van Helmut fueron correctas porque las regaba y crecían”, **E8** “Que como eran 5 años el árbol había crecido y encontró los mismos kg”, **E9** “Que Helmut había sacado de un terreno y muchas cosas más para crear y dejar crecer la planta”. Así mismo como lo menciona Rodríguez y Moreira (1999) en cuanto a la información que puedan proporcionar los estudiantes no siempre se presenta acorde a los modelos explicativos, para este caso de (NP), sino que son limitados y pueden llegar a ser considerados alejados de la realidad.

En la pregunta 4 ¿de qué crees tú que vive la planta? Las respuestas muestran poco conocimiento sobre la nutrición en la planta desde lo biológico y químico, solo hacen referencia a la experiencia personal. Aquí se relacionó las palabras **tierra, suelo, agua, aire, sol** como marcadores discursivos evidenciando una relación entre estos elementos para explicar la (NP) pero se observa que no se clasifican dentro de un (ME) concreto, por el contrario se puede decir que éstos son incompletos y limitados como lo menciona (Rodríguez y Moreira, 1999) tal como se evidencia con **E1** “Las plantas viven del **sol, agua, aire, cuidado**”, **E2** “Yo digo y pinzo que las plantas viven de **agua de sol** y pues de la **tierra**”, **E3** “Las plantas viven del **agua, de tierra de abono, de sa, de migajón**”, **E4** “Para mi creo que con los nutrientes del **suelo y agua** la planta puede desarrollarse bien”, **E5** “Para mi creo que con los nutrientes del **suelo y agua** la planta puede desarrollarse bien”, **E6** “pues que vive de **agua** y nutrientes en la **tierra** y obviamente del sol. Ella toma el **agua** por la raíz y los nutrientes y toma el **sol** por las hojas”, **E7** “las plantas viven de **agua y sol** y de **tierra organica**”, **E8** “del **agua sol** y sombra”, **E9** “Las plantas viven del **oxígeno del agua del sol etc**”. En el caso de los estudiantes **E3, E4, E5, E6**, relacionan la nutrición solo a partir del suelo y el agua agrupándolos en un modelo incompleto entre el **M1** y el **M2** mientras que **E1, E2, E7, E8** alcanzan a mencionar el sol como parte del proceso de la (NP), pero no relacionando todos sus elementos tales como las sales minerales del suelo, el agua,

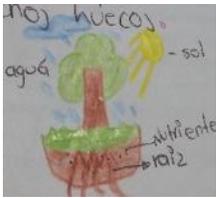
el dióxido de carbono y la energía lumínica para iniciar el proceso de fotosíntesis. Aquí no hay concordancia para ubicarlos en un modelo específico, en cuanto al estudiante **E9** solo relaciona el oxígeno como fuente de nutrición en la planta, pero desde la molécula de agua. En conclusión, se puede inferir que la relación que se hace en estas respuestas sobre el modelo de (NP) se hace desde la experiencia o vivencia del estudiante.

En cuanto a la pregunta 5 de acuerdo a los datos de peso de la planta ¿Cómo cambiaron estos valores y que características le permitieron a la planta crecer? Los estudiantes **E1**, **E2**, **E4** lo relacionaron con el marcador discursivo **agua** otorgándole valor a lo explicado por Van Helmont y clasificándolos en el **M2**. En consecuencia, las respuestas de **E1** “*Después de 5 años de cuidado el árbol crecía y pesaba; 76.74 kg. Y al final volví y saqué la tierra de la maceta y encontré lo mismo 90.7 kg, faltaban 5 g. por lo tanto, 74.5 kg de madera y corteza se formaron solamente de **agua***”, **E2** “*A las plantas le permitieron crecer por lo que le echaban **agua** y por los años que pasaban por los 2 años crecieron más y más*”, **E4** “*a las plantas le permitieron crecer por que le echaban **agua**, por los años que pasaban y así iban creciendo*”. El estudiante **E5** lo relaciona con el agua y el suelo otorgándole valor a los **M1** y **M2**. **E5** “*Los valores cambiaron mucho por que al plantarla pesaba madamas que 2.30 kg y durante los 5 años peso 76.74 kg. Y creo que a la planta le ayudaron a crecer el **agua** y los nutrientes del **suelo***”. Para el caso del estudiante **E8** lo relaciona con el **sol**, **agua** y **tierra** pero de igual manera ubicándose entre el **M1** y **M2**, **E8** “*cambieron con el **sol agua tierra** y pesaba lo mismo y le faltaban 5 kg*”. En cuanto a los estudiantes **E3**, **E6**, **E7**, **E9** de acuerdo a sus respuestas se ubicaron en el **M5** por considerar la simple lógica para contestar a la pregunta, así mismo **E3** “*Yo le ponía a las plantas que son muy lindas y que tenemos que cuidarlas por que ellas dan mucha sombra*”, **E6** “*pues que el siempre humedeció la planta y cubrió los bordes de la maceta con placa de hierro y plomo con muchos huecos*”. **E7** “*Que cada día iba ha crecer más y pesar más*”, **E9** “*Cambian los valores por que Helmont después de 5 años volvió a pesar todo y tuvo que sacar todo. Y a la planta le permitió crecer por sus cuidados*”.

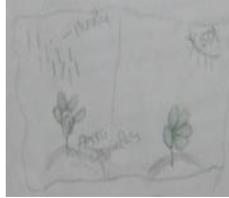
En la pregunta seis se les pidió elaborar un dibujo y explicar, que condiciones tiene en cuenta la planta para su crecimiento; los estudiantes **E2**, **E3**, **E4** se ubicaron en el **M2** donde mencionan igualmente al agua como elemento para que la planta crezca. En las respuestas; **E2** “Las plantas tienen en cuenta su crecimiento si las cuidan si le hechan **agua** y eso por que si no se secan”, **E3** “Las plantas necesitan de mucha **agua** sol tierra abono porque las plantas son muy bonitas y dan sombra”, **E4** “Las plantas tienen en cuenta su crecimiento si las cuidan si les echan **agua** y porque si no se secan”; mientras que los estudiantes **E5** y **E6** lo atribuyen a el **suelo** y al **agua** ubicándolos entre el **M1** y **M2** considerado como modelo mixto, compartiendo lo expuesto por Urrego et al., (2016) los estudiantes llegan al aula con modelos mentales estructurados frente a un concepto determinado que se les indague y pueden por tanto “generar modelos híbridos” p.63 **E5** “La planta tienen cuenta el **sol**, **agua**, nutrientes del **suelo**”, **E6** “La planta tienen cuenta para su crecimiento **agua**, nutrientes del **suelo** que entran por la raíz”, Los estudiantes **E1** y **E9** lo atribuyen a los elementos **sol** y **agua** ubicándose en un **M2**; en consecuencia, **E1** “La planta necesita las condiciones que son: cuidandola, dandole **sol**, **agua**”, **E9** “La planta tiene en cuenta para su crecimiento el **agua** el **sol** y el abono”, mientras que los estudiantes **E7** y **E8** lo relacionaron con el **suelo** y el **agua** pero independiente añadieron el aire y el **sol** respectivamente ubicándose en un **M1**, **M2**, y a **E8** en un **M3**. Así, **E7** “La planta tiene en cuenta el **sol**, el **suelo**, el **agua** y el **aire**”, **E8** “La planta tiene en cuenta para su crecimiento la **tierra** el **agua**, el **sol**”. A continuación, se muestran las imágenes representadas por los estudiantes en las cuales se ve una representación de tres elementos importantes para la (NP) como es el caso de **suelo**, **agua**, **sol**, que es la tendencia en la imagen que hicieron.



*E<sub>1</sub>P<sub>6</sub>*



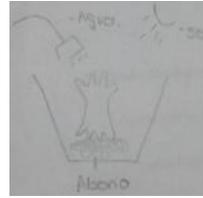
*E<sub>2</sub>P<sub>6</sub>*



*E<sub>3</sub>P<sub>6</sub>*



*E<sub>4</sub>P<sub>6</sub>*



*E<sub>5</sub>P<sub>6</sub>*

*E<sub>6</sub>P<sub>6</sub>*

*E<sub>7</sub>P<sub>6</sub>*

*E<sub>8</sub>P<sub>6</sub>*

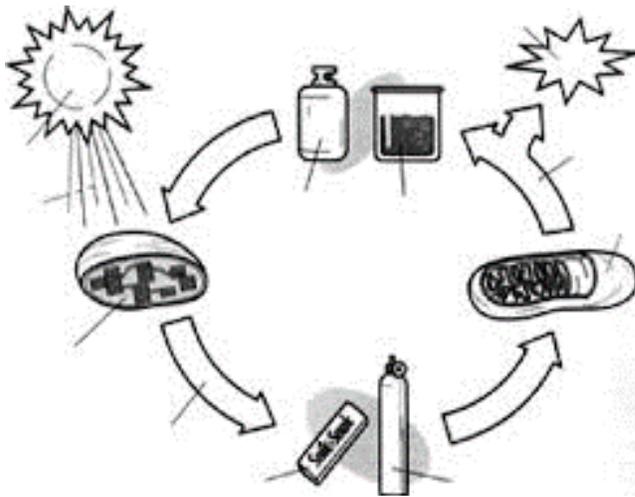
*E<sub>9</sub>P<sub>6</sub>*

Haciendo un contraste entre las respuestas que elaboraron de forma escrita los estudiantes y la construcción de la imagen, lleva a pensar que la imagen presenta una mejor relación que las mismas expresiones escritas, tal vez porque no encuentran un lenguaje adecuado para estructurar los que quieren expresar, habría que mencionar también que cuando la mayoría de los estudiantes adicionan palabras a la imagen que representaron, ésta es más coherente para hilarlo hacia un modelo de (NP); Se podría definir entonces como lo menciona Galagovsky et al, (1998), el lenguaje visto como una analogía entre la imagen y la escritura representa una negociación de significados, siendo la palabra el símbolo relacionado con significados de tipo visual a través de la imagen en este caso. “Un concepto formulado en una palabra representa cierto grado de generalización, y la relación entre conceptos es una relación de generalidad” Vygotsky (como se citó en Galagovsky et al, 1998).

En la pregunta siete se indagó sobre ¿Consideras que hay relación entre las plantas, los animales y el ambiente? Explica tu respuesta; esta pregunta tenía la pretensión de relacionar la (NP) como un proceso fundamental para los animales y en general el ambiente en cuanto a la producción y almacenamiento de energía a través de la construcción de moléculas orgánicas y cómo éstas son aprovechadas por los organismos heterótrofos, circulan de forma cíclica de plantas a animales y al suelo por los microorganismos que son parte fundamental en la cadena de flujo de energía. Se esperaba también una relación en concepciones desde la ecología, aspectos fisiológicos y bioquímicos; por el contrario, los

estudiantes respondieron como una situación causa efecto en una relación plantas animales; no lo relacionan con el ambiente; simplemente infieren que las plantas alimentan a los animales como el caso de los estudiantes **E2**, **E3**, **E4**, **E6**, **E8** y **E9** dejando de lado procesos físicos, químicos y biológicos del proceso. Es evidente porque no hacen ninguna mención en este sentido, ni de su relación. Como resultado **E2** *“Considero que si se relacionan por que por que los animales se alimentan practicamente de las plantas”*. **E3** *“Que las plantas y los animales son para que los animales se coman las plantas y el ambiente es para cuidarlos por que se tiene que cuidar”*, **E4** *“Si por que por lo menos las vacas se alimentas de las plantas”*, **E6** *“que si por que los animales necitatan de las plantas para alimentarse y nosotros tambien la nesecitamos para alimentarnos y para respirar”*, **E8** *“si por que por que los alimares nesecitan delas plantas para poder vivir”*, **E9** *“si algunas veces por que las plantas son el alimento de algunos animales y del ambiente son donde ellos viven”*. En el caso del estudiante **E5** lo relaciona afirmando que, en la alimentación, pero en su explicación no lo evidencia así, pues solo lo relacionó entre animales **E5** *“Creo que si en su alimentación. Eje: El alcon se come la serpiente la serpiente al raton el raton a un in secto y sucesivamente”* mientras que **E1** lo relaciona como hábitat de plantas y animales el ambiente **E1** *“Si, por que ellos son naturaleza por que viven en el medio ambiente”*. En cuanto al estudiante **E7** no lo relaciona con los elementos plantas, animales y ambiente, **E7** *“Si hay relación entre las plantas porque unas plantas un poco altas y pueden tapar el sol a las pequeñas. Los animales tambien tienen relacion porque algunos andan en manada”*.

En la pregunta 8, a la pregunta ¿Cómo explicarías la siguiente imagen y a qué proceso crees que corresponde?



Con esta pregunta se pretendía que el estudiante pudiera interpretar en la imagen el proceso de (NP), desde el mismo proceso de la fotosíntesis hasta la obtención de energía en la mitocondria. Pero no lo comprendieron así. No lo entendían en la imagen planteada, no identificaron los elementos y por consiguiente manifestaron no saber o entender, como se evidencia en las respuestas y sin que ello represente un desconocimiento total del concepto. **E1** “Un ciclo de sol una cosa que no entiendo que pasa a algo que tampoco entiendo”, **E2** “La explicaria como un ciclo”, **E3** “Yo lo explicaria como una cadena de para las plantas y pertenecen a las plantas”, **E4** “Como algo que se repite y necesita sds. No entiendo muy bien”, **E5** “Sinseramente no entiendo el dibujo y se el proceso”, **E6** “Pues yo creo que es sobre el desarrollo de una planta sobre la alimentacion y el crecimiento”, **E7** “Es como un ciclo”, **E8** “Es que se repite con ayuda del sol”, **E9** “No se”; es probable pensar que no han tenido familiaridad con las representaciones simbólicas de tipo imagen visual mostrando un ciclo para representar el proceso, por lo que no logran comprender lo que sucede allí. Carretero (2012) afirma “Hace falta que se desarrollen las capacidades cognitivas básicas que permitan la representación simbólica, pero también que se desarrollen las capacidades sociocognitivas necesarias para que los niños entiendan el significado intencional que transmiten los sistemas de signos” p.42. Es así como en la medida que se tenga una mejor comprensión de los sistemas representacionales se podrá hacer un mejor uso del pensamiento reflexivo y propositivo para indagar y explicar fenómenos.

A partir de lo anterior se puede inferir que los obstáculos que se encontraron en la aplicación del instrumento inicial y después de realizado el análisis de las respuestas son de tipo lingüístico en relación al lenguaje verbal, escrito y simbólico porque en el momento de expresar sus ideas no encuentran un léxico apropiado y coherente para hacerlo; del mismo modo en las representaciones simbólicas se evidencia que no hay extracción de significados, por ello se hace importante iniciar el proceso en la comprensión de estos sistemas de representación que lleven al estudiante a profundizar en el conocimiento y desarrollar la función epistémica en la que es capaz de actuar y argumentar. Como nos dice Vigotski (2009) (citado por Trazzi, 2016) Un concepto puede llegar a ser considerado como una generalización que implica ubicarlo en un sistema conceptual más amplio; implica la relación con otros conceptos y llegar a resignificar el concepto a una apropiación más profunda y significativa. Con respecto a la función orientadora de la docente en el aula debe ser más propositiva en la que se vincule al estudiante como actor principal en la construcción de significados que puedan trascender a diferentes situaciones. Ello se convierte en una oportunidad para desarrollar una estrategia integradora mediante la planeación y puesta en marcha de la unidad didáctica para intervenir estos obstáculos.

#### 8.1.2 Análisis De Los Niveles Argumentativos Iniciales (NAi)

El análisis cualitativo para la categoría de (NAi) se hizo a partir de la propuesta de Tamayo (2011). Los estudiantes se ubicaron en un nivel específico de acuerdo a la estructura que se identificó en las respuestas del instrumento inicial de lápiz y papel. Según esta información se considera que la tendencia de los estudiantes en general es hacia un nivel argumentativo 1, porque a través de oraciones sencillas expresan una simple afirmación en la que consideran que están respondiendo a la situación planteada. A su vez centradas en aspectos descriptivos enfocados a la deducción. Así mismo se puede evidenciar una ausencia de lenguaje científico escolar para expresar sus ideas. En la siguiente tabla se esbozan los resultados.

Tabla 7. Tendencia de los Estudiantes en la categoría de Niveles Argumentativos (NAi)

<b>Estudiante</b>	<b>Tendencia</b>
<b>E<sub>1</sub></b>	N <sub>1</sub>
<b>E<sub>2</sub></b>	N <sub>1</sub>
<b>E<sub>3</sub></b>	N <sub>1</sub>
<b>E<sub>4</sub></b>	N <sub>1</sub>
<b>E<sub>5</sub></b>	N <sub>1</sub>
<b>E<sub>6</sub></b>	N <sub>1</sub>
<b>E<sub>7</sub></b>	N <sub>1</sub>
<b>E<sub>8</sub></b>	N <sub>1</sub>
<b>E<sub>9</sub></b>	N <sub>1</sub>

Tendencia de los Niveles Argumentativos Iniciales en los que se ubican los estudiantes.  
Elaboración propia.

De acuerdo a lo representado en la tabla el nivel argumentativo 1 hace referencia a una comprensión de los argumentos desde la vivencia enfocados a la descripción como lo expone Tamayo (2011) además, de expresarlo de una forma literal y sin justificaciones; descripciones que van enfocadas hacia la experiencia. En este sentido Riviére (1987) citado por Tamayo (2011) nos dice que un argumento de carácter fenoménico se basa en la apariencia externa del suceso, lo describe, lo recrea en su forma sin más explicaciones que den a entender una comprensión del hecho, no se arriesgan a dar justificaciones porque no hay una comprensión desde los fenómenos físicos, químicos o biológicos como se evidencia en los estudiantes **E<sub>1</sub>P<sub>5</sub>** “*Despues de 5 años de cuidado el arbol crecia y pesaba; 76.74 kg. Y al final volvi y saque la tierra de la maceta y encuentre lo mismo 90.7 kg, faltaban 5 g. por lo tanto, 74.5 kg de madera y corteza se formaron solamente de agua*”.

Donde transcribe lo que se le planteó en la situación, o con **E5P5** “*Los valores cambiaron mucho por que al plantarla pesavea madamas que 2.30 kg y durante los 5 años peso 76.74 kg. Y creo que a la planta le ayudaron a crecer el agua y los nutrientes del suelo*” quién no es coherente lo que transcribió de la situación que se le dio; y que se infiere que lo que trató de hacer fue dar la respuesta a lo que se le preguntaba, aunque cuando menciona que a la planta la ayudo a crecer el agua y los nutrientes del suelo se puede considerar que logró hacer una interpretación simple que se puede considerar como una conclusión, pero donde no hay una conexión entre lo que se puede considerar al inicio como dato y la justificación porque no lo interpreta solo los transcribe.

En el caso de la estructura gramatical se logró identificar que los estudiantes muestran poca ilación y coherencia, además con algunas inconsistencias en cuanto a los signos de puntuación que den una mejor comprensión a lo que escriben y demostrando que no hay una relación estructural con los elementos de un argumento de tal manera que se integre al menos por tener dato, justificación y conclusión; como es el caso del estudiante **E3P5** “*Yo le ponia a las plantas que son muy lindas y que tenemos que cuidarlas por que ellas dan mucha sombra*”, el estudiante aunque utiliza un conector textual con la palabra porque que enmarque el argumento como dato y justificación, ésta no es relevante para respaldar lo que se le pregunta e insuficiente para ser considerado argumento, **E4P1** “*Se dio de cuenta que la planta estaba creciendo*”, donde solo se identifica el dato, **E7P3** “*las conclusiones de Van Helmot fueron correctas porque las rregaba y crecían*”, de la misma manera que el estudiante **E3P5**; se identifica dato y justificación, pero en este caso siendo un poco más coherente con la respuesta a la pregunta; mientras que **E9P3** “*Que Helmont habia sacado de un terreno y muchas cosas mas para crear y dejar crecer la planta*”; solo logró ubicar el dato; compartiendo lo que expresa Sardá & Sanmartí (2000, p.9) cuando dice que los estudiantes tienen dificultades para organizar argumentos de forma coherente, escribiendo oraciones largas con dificultades de coordinación o muy cortas sin justificar ninguna afirmación.

Es importante tener en cuenta el uso del conector “porque” que utilizaron algunos estudiantes, el cual se considera que debe indicar una conexión entre el dato y la conclusión, como lo propone Lo Cascio (1998) citado por Cano y Ortiz (2010), quien lo describe como un marcador lingüístico, propio de las justificaciones, pero no es bien utilizado en lo que quisieron expresar los estudiantes porque carece del respaldo o garantía; por consiguiente la estructura del argumento sigue siendo débil, para **E5P2** “*Creo que el agua por que fueron 74.5 kg formado por solo agua*”, donde se logra identificar el dato y una justificación que no es coherente con el dato, o con **E2P3** “*Opino que Helmont estaba haciendo lo correcto por que pues era necesario todo lo que ellos hacían*”, no demuestra coherencia ni tampoco una interpretación del fenómeno planteado sobre la (NP). Otros estudiantes solo escribieron datos como se aprecia en **E7P4** “*las plantas viven de agua y sol y de tierra organica*”, y **E6P3** “*que fue un gran experimento por que el descubrio como se elimenta y por donde toma el agua y los nutrientes*”, además de presentar errores ortográficos.

En la comprensión conceptual, se esperaba encontrar en las respuestas de los estudiantes una construcción sencilla del modelo argumentativo desde la estructura de Toulmin y donde se demostró la dificultad que presentan cuando escriben y expresan sus ideas aludiendo esta situación tal vez a la edad y el contexto donde están, pero que si lo vemos desde otra perspectiva como lo plantean Ericsson & Kintsch (1995) citados por Tamayo (2016), donde exponen y proponen que los estudiantes pueden llegar a utilizar diferentes niveles representacionales para argumentar como el caso del nivel representacional lingüístico superficial donde el argumento se elabora a partir de las palabras del texto planteado como lo muestra **E5P1** “*Despues de los 5 años peso la planta y tenia de peso 76.74 Kg saco de nuevo la tierra que habia en la maceta y encontro los mismos 90.7 kg. Faltando unos 5 g. Por lo tanto 74.5 kg de madera y corteza se formaron solamente con agua*”. De la misma manera la representación del modelo situacional donde realiza cierta paráfrasis como lo dice **E9P5** “*Cambian los valores por que Helmont despues de 5 años volvio a pesar todo y tuvo que sacar todo. Y a la planta le permitio crecer por*

*sus cuidados*” o la representación del modelo situacional donde realiza ciertas reelaboraciones un poco alejadas del texto original donde **E6P5** “*pues que el siempre humedecio la planta y cubrio los bordes de la maceta con placa de hierro y plomo con muchos huecos*”, y **E7P5** “*Que cada dia iva ha crecer mas y pesar mas*”. Por lo que se infiere que los estudiantes si lograron argumentar pero de una forma superficial e insuficiente donde no dan respuesta realmente a lo que se le está preguntando como lo platea Tamayo (2016) quien cita a Zohar y Nemet (2002).

Se puede concluir que frente a las preconcepciones de los estudiantes éstas tienen dificultades frente a la argumentación de tipo estructural, gramatical y semántico justificado por la edad, el contexto y las vivencias de cada uno.

## 8.2 MOMENTO DE LA INTERVENCIÓN DIDÁCTICA

Para el análisis de los resultados durante la intervención didáctica se tiene en cuenta la fase de introducción de nuevos conocimientos, en la cual se planteó como primera actividad de esta fase “viaje al centro de la tierra”, donde se explica y contextualiza las capas de la tierra, del suelo y se reconoce los componentes de éste como constituyente esencial para garantizar nutrientes a la planta. Se pretende entender porque desde los griegos, se consideró a el suelo como el estómago de la planta y se constituyó como Modelo Edáfico de (NP). En la segunda actividad “la importancia del agua” se pretendió profundizar en el uso del agua como constituyente de la nutrición vegetal y desde donde Van Helmont fundamentó su modelo de Transmutación para la (NP). La tercera actividad se centró en la “radiografía de una planta” donde se resalta la importancia de la respiración en la planta y se contextualiza el modelo de Flogisto en la (NP); adicional se retoma y compara los modelos anteriormente mencionados y se estructura la epistemología de la historia de (NP) hasta este momento. Por último, se desarrolla como actividad “La fotosíntesis el verdadero metabolismo de la planta” para explicar y ampliar el concepto de (NP), aquí se explica el modelo precientífico molecular con el que se consolida la (NP) hasta el momento y con el que se decidió mirar aparte debido a la complejidad del proceso teniendo en cuenta la edad

y el contexto de los estudiantes. Se finaliza la fase con la pregunta problematizadora ¿la nutrición vegetal igual en todas las plantas?, para comparar la nutrición en plantas carnívoras, parásitas y simbióticas, plantas vasculares y no vasculares, además la actividad “navegantes del mundo vegetal, una experiencia de vida” para describir el proceso fotosintético de la planta en términos de metabolismo y obtención de energía. En la tercera fase de estructuración y síntesis de la unidad didáctica se tienen en cuenta tres actividades de aplicación encaminadas a un trabajo exploratorio de observación, comparación y descripción con la actividad “un recorrido por la planta y su nutrición” desde lo físico, químico y biológico a nivel microscópico y macroscópico. Segunda actividad ¿Qué clase de pigmentos existen en los organismos autótrofos y qué función cumplen?, En la que se extraen e identifican los pigmentos fotosintéticos a través de una experiencia de laboratorio, además evidenciar la fotosíntesis con la actividad ¿Cómo nos imaginamos la respiración de una planta?, en la cuarta fase de transferencia se desarrolló la actividad ¿Cómo imaginas el uso de las plantas para el ser humano?; aquí la reflexión se direcciona a nuevos contextos planteando en la situación el uso de las plantas en la medicina, como recurso alimenticio, como recurso industrial entre otros.

#### 8.2.1 Análisis de los modelos explicativos durante la intervención didáctica.

Se realizó el análisis a partir de los momentos más representativos de la intervención didáctica según el desarrollo de las fases de introducción de nuevos conocimientos, estructuración y síntesis, transferencia. En la etapa de introducción de nuevos conocimientos se explicó la estructura argumentativa de Tamayo (2012) quien retoma la perspectiva de Toulmin de forma general refiriéndose a los datos, justificación, calificadores modales y conclusión siendo los datos y la conclusión la elaboración de los argumentos. En consecuencia, se introduce una explicación de la estructura del argumento durante el desarrollo de las sesiones de clase.

Con respecto a la actividad “viaje al centro de la tierra” los estudiantes construyeron argumentos sencillos y débiles en los que interpretaron en la pregunta ¿Cómo influye el

suelo para el crecimiento de la planta?; como nutriente esencial de la planta, en consecuencia, **E1**, **E6**, y **E8** con referencia al modelo edáfico de (NP) respondieron, **E1** “El suelo le da nutrientes a la planta (**T**) a partir de sales minerales y agua que absorbe por la raíz (**D**) La raíz lo convierte en un mezcla llamada savia bruta o xilema como sustancias que se van a transformar en otras gracias al proceso de fotosíntesis (**J**) en consecuencia luego de recibir los nutrientes y convertirlos en xilema los nutrientes se transforman en floema que es la savia elaborada como nutriente que necesita la planta para sobrevivir y crecer (**C**)”, **E6** “influye proporcionando nutrientes (**T**), son sales minerales, elementos esenciales (**D**), los nutrientes entran por la raíz que los convierte en xilema una mezcla líquida de agua y sales minerales que van a las hojas y se transforman en floema que en consecuencia si no hay tierra que contenga estos nutrientes llamados sales minerales y agua la planta no sobrevive, y tampoco crece (**C**)”, **E8** “ El suelo influye en la planta proporcionando sales minerales(**T**) por lo tanto nutrientes, abono que se encuentra en la tierra y agua que se le adiciona (**D**), la planta necesita sales minerales y agua para formar el xilema dentro de la raíz y llevarlo hasta las hojas para por medio de la fotosíntesis ser transformados en floema (**J**); en consecuencia el abono que contiene sales minerales y el agua le proporcionan lo que necesita la planta para transformarlo desde el xilema a floema, y así la planta al tener garantizado nutrientes del suelo y agua los transforma en alimento y crece (**C**)” **E2**, **E3**, **E4**, **E7**, **E9** interpretaron que el suelo ayudaba al crecimiento de la planta; como lo expresan **E2** “El suelo influye en el crecimiento de la planta (**T**) porque le proporciona alimento(**D**), le da nutrientes, oligoelementos, agua, (**D**) en consecuencia los utiliza para elaborar moléculas de energía a partir del xilema que se formó en la raíz cuando absorbió las sales minerales y agua, los transformo en floema en el proceso de fotosíntesis (**J**) y finalmente al proporcionarle el suelo, el alimento y ser transformado en otras moléculas en la fotosíntesis lo asimila creciendo(**C**)”, **E3** “ El suelo influye en el crecimiento de la planta (**T**) gracias a los nutrientes que le da como las sales minerales y el agua(**D**), los nutrientes del suelo los absorbe la raíz formando el xilema una mezcla líquida de agua y sales minerales que se convertirán en floema luego de realizar el proceso de fotosíntesis (**J**) en consecuencia las sales minerales y el agua como sustancias

inorgánicas que se transformaran en la fotosíntesis en moléculas orgánicas llenas de energía le proporcionarían a la planta crecimiento y sustento para vivir (C)”, E4 “ El suelo es la base sobre la que crece la vegetación y el resto de seres vivos (T), es fuente de alimento y espacio vital donde se desarrolla la agricultura (D), la raíz al cumplir su función de absorción toma del suelo las sales minerales del suelo y el agua que necesita para ser transformados en moléculas de energía desde el proceso de fotosíntesis hasta ser liberada en la respiración (J) en consecuencia se da el crecimiento de la planta gracias al alimento del suelo con el que la planta puede transformar moléculas inorgánicas como el agua y las sales minerales en moléculas orgánicas en el proceso de la fotosíntesis y ser utilizadas como fuente de energía en la respiración celular a partir de la mitocondria (C)”, E7 “ El suelo influye en el crecimiento de la planta por los nutrientes del suelo (T), las capas del suelo contienen los nutrientes como nitrógeno, fósforo, potasio, magnesio, azufre y micronutrientes como hierro, magnesio, boro, zinc, cobre y molibdeno (D) los elementos químicos llamados micronutrientes son esenciales para garantizar la floración, el nacimiento de hojas y tallos, es decir crecer por lo tanto los nutrientes del suelo ayudan a al crecimiento vegetal porque le aporta las sales minerales y agua que forman el xilema, luego el floema después de la fotosíntesis (J) y así obtener la energía que necesita para crecer y dar nuevas ramas, hojas, flores (C)”, incluyendo desde el nivel submicro los elementos esenciales que necesita la planta para su nutrición, E9 “ El suelo influye en la planta para su crecimiento (T), absorben sales minerales por la raíz que van por el xilema (D), en consecuencia proporciona nutrientes para el proceso de la fotosíntesis desde la formación del xilema cuando se absorbe sales minerales y agua por la raíz hasta el floema que se forma luego del proceso de fotosíntesis (J) en consecuencia la planta al tomar los nutrientes del suelo formando xilema y luego floema puede obtener la energía que necesita para crecer y vivir (C)” adicional en esta respuesta se aprecia una relación desde lo biológico y físico con la relación del xilema y desde lo químico con el proceso fotosintético mientras que E5 lo interpreta como el alimento que le da sostén a la planta relacionándolo con aspectos de tipo biológico y físico E5 “ El suelo le da a la planta alimento y sostén (T), porque se nutre de las sales minerales y agua (D), al absorber agua del suelo y nutrientes

*en forma de sales minerales forma el xilema una mezcla líquida que debe ir hasta las hojas donde a través del proceso de fotosíntesis lo transforma en floema, otra mezcla que almacena energía en forma de glucosa para luego ser liberada en la mitocondria (J) y así alimentarse y en consecuencia crecer (C)*". Se puede inferir que después de la explicación de la estructura del argumento y los ejemplos, para el modelo Edáfico de (NP) los estudiantes lo relacionan de una forma más coherente, con un lenguaje más científico y utilizando signos de puntuación gracias a la orientación de la docente. En esta primera interpretación de modelos se puede apreciar la aparición de Tesis y justificaciones como se demuestra con los estudiantes **E2, E3, E4, E7** valorando la calidad del argumento como nos dice Tamayo (2016) "la presencia de las justificaciones parece constituirse en un indicador de extrema importancia al valorar la calidad del argumento" p. 133 entendiéndolo como el paso de los datos a la conclusión y explicando el fenómeno estudiado.

En el abordaje del modelo de transmutación, en la actividad "la importancia del agua" frente a la pregunta ¿Cuál es la importancia del agua para la planta? Lo relacionaron con aspectos biológicos desde la raíz y procesos físicos como la absorción. Adicionalmente aumentaron aspectos químicos cuando mencionan que el agua y las sales minerales forman una mezcla que se absorbe por la raíz para formar la savia bruta y realizar la fotosíntesis como lo expresa **E9** " *la parte de la planta que se encarga de absorber los nutrientes del suelo y el agua es la raíz (T) porque forma la savia bruta que es el xilema para realizar la fotosíntesis(D), el xilema y el floema son conductos que garantizan en la planta el transporte de sustancias tanto inorgánicas desde el xilema a orgánicas en el floema para luego ser asimiladas por la mitocondria como fuente de energía necesaria para crecer y vivir(J) en consecuencia a medida que la raíz absorbe la mezcla de agua y sales minerales del suelo los aprovecha para nutrirse al realizar la fotosíntesis(C)*". **E3** " *La planta tomó el agua y las sales minerales por la raíz(T) para formar la savia bruta, es decir el xilema(D), cuando le echan agua y abonan al suelo proporcionando sales minerales la planta los aprovecha porque le proporciona las sustancias inorgánicas necesarias para ser transformadas en el proceso de fotosíntesis y así formar el floema que es la savia*

*elaborada necesaria como fuente de energía almacenada en moléculas de glucosa (J), en consecuencia el agua y las sales minerales las necesita para crecer cuando forma el xilema y en el proceso de fotosíntesis el floema para obtener energía, nutrirse y crecer. (C)”*

En el momento de abordar el modelo de flogisto en la (NP) con la actividad “la radiografía de una planta” se preguntó ¿Cuál de los tres modelos “edáfico, transmutación, flogisto” relaciona la respiración de la planta con su nutrición? Respondieron a partir del nivel biológico microscópico al relacionarlo con la respiración celular y desde lo químico con la obtención de energía para su crecimiento, desarrollo y funciones vitales. Es el caso de E2 “El modelo del flogisto se relaciona con la respiración de la planta (T) porque el modelo del flogisto habla del intercambio de gases presentes en el aire según el texto leído (D), en el modelo del flogisto Priestley habla de tomar dióxido de carbono contribuyendo a conseguir junto con el agua y las sales minerales del suelo los nutrientes de la planta en la formación de moléculas orgánicas, en el proceso de la fotosíntesis y luego de esta libera oxígeno (J), en consecuencia, al tener dióxido de carbono lo toma para fabricar su alimento en el proceso de la fotosíntesis junto con el agua y las sales minerales; libera oxígeno como producto de esta transformación, al formar glucosa para obtener energía, alimentarse y así crecer(C)”. E5 “En el modelo del flogisto se intercambian gases (T), según Priestley en la lectura realizada habla de que la planta toma dióxido de carbono y libera oxígeno en el proceso de fotosíntesis (D) porque a través de los estomas absorben dióxido de carbono como componente para el proceso de la fotosíntesis junto con el agua y las sales minerales y libera oxígeno (J), en consecuencia, al realizar la fotosíntesis característica de la nutrición autótrofa logra del aire ingresar dióxido de carbono y liberar oxígeno (C)”.

Después de desarrollar la actividad “La fotosíntesis el verdadero metabolismo de la planta” y ¿la nutrición vegetal igual en todas las plantas? para abordar el modelo pre-científico molecular se les indago por ¿consideras que tu conocimiento sobre la nutrición de las plantas ha aumentado? Los estudiantes retomaron los elementos esenciales de toda la

construcción epistémica del concepto de (NP) además de hacer una relación desde aspectos físicos, químicos y biológicos desde un lenguaje científico escolar y desde lo lingüístico con la estructura argumentativa, la semántica y la utilización de los signos de puntuación para dar coherencia y sentido a lo que quieren expresar organizando mejor sus ideas y plasmándola en sus escritos. Es así que los estudiantes expresaron en general aspectos desde lo físico, el movimiento de agua, sales y glucosa a través del xilema y el floema; desde lo biológico partes de la planta y su clasificación, además del proceso de fotosíntesis y desde lo químico a nivel submicroscópico con la composición de oligoelementos, la formación de mezclas y compuestos químicos, por consiguiente; **E1** “ *Si, yo aprendí que las plantas toman sus propios alimentos (T) para sus funciones vitales como la respiración, crecimiento, desarrollo y almacenamiento de energía (D), yo leí, hice los dibujos sobre nutrición, además escribí y la profesora me explico(J), en conclusión aprendí que a través de la incorporación de agua, sales minerales, dióxido de carbono y la energía lumínica la planta los transforman en glucosa y oxígeno con el proceso de fotosíntesis y respiración para liberar energía(C)*”.

En los espacios argumentativos se les preguntó mediante una actividad discursiva de debate ¿Todas las plantas viven en un mismo sitio?, a pesar de que todos contestaron que no, y aparentemente no tenía caso discutir frente a esta pregunta por no ser tan controversial, las razones o justificaciones fueron diferentes y por consiguiente se presentó un conflicto sociocognitivo en su modelo mental para responder en función del hábitat de una planta. En concordancia Jorba et al, (2000) menciona que “la capacidad para representar es característica de los humanos, que pueden llegar a crear sistemas verdaderos y sofisticados a partir de los cuales puede ver, simbolizar y pensar sobre el mundo” p. 19 haciendo referencia a la interpretación que dieron los estudiantes provenientes de su contexto social, las experiencias educativas anteriores y las vivencias demostrando la capacidad de relacionar hechos y conceptos en el momento de dar una justificación siendo diferentes pero coherentes en un colectivo como lo fue el grupo participante. Es así como en el caso de **E2** “*No todas las plantas viven en un mismo sitio (T) porque hay diferentes*

ecosistemas y cordilleras (**D**), por consiguiente, el lugar las hace diferente y adaptarse a diferentes ambientes como se demostró en el video visto, las observaciones de la profesora y el texto leído(**J**), finalmente puedo decir que la posición geográfica, el tipo de suelo y el clima condicionan la supervivencia y crecimiento de la planta (**C**)”, **E3** “en primer lugar las plantas no viven en un mismo lugar (**T**) porque unas son de la tierra y otras son del agua encontrando así adaptaciones al medio (**D**), existen plantas acuáticas y terrestres, las acuáticas se pueden apreciar en ríos, lagos y hasta en el mar como vimos en clases pasadas cuando vimos características de los ecosistemas, las terrestres están sujetas a el suelo que le proporcionan nutrientes y agua de forma natural con la lluvia o cuando hacen riego como en el caso de los cultivos,(**J**) en consecuencia, generan múltiples adaptaciones y esto hace que se identifiquen por el sitio (**C**), **E4** “ las plantas no viven en los mismos sitios (**T**), porque en primer lugar unas viven en el agua y otras en la tierra, en segundo lugar el paisaje es diferente por la cordillera (**D**) , de esta manera se encuentra en la enciclopedia y en el video visto que las plantas viven en cualquier ecosistema ya sea acuático o terrestre, y de acuerdo a la posición en el planeta generando diferentes climas y por lo tanto adaptaciones a este (**J**)y en consecuencia, se genera biodiversidad en las plantas y diferentes ecosistemas por el lugar y la posición geográfica (**C**), **E6** “Las plantas no viven en un mismo lugar (**T**), antes que nada están dispersas por todo el mundo, en diferentes climas y ambientes adaptándose a estas condiciones (**D**), así que no podemos cogerlas y ponerlas en un solo lugar porque yo las he visto en la montaña, en el desierto, en los bosques y todas no las puedo traer aquí y colocarlas bajo esta única condición en este espacio (**J**), en consecuencia las plantas tienen diferentes condiciones por el sitio donde se ubican y adaptan (**C**), **E8** “las plantas no viven en los mismos sitios (**T**) porque en ellas influye el relieve, el clima y la posición geográfica (**D**), el relieve hace que vivan a diferentes alturas y ecosistemas bajo condiciones especiales ambientales como la cantidad de agua lluvia, la intensidad lumínica, la riqueza del suelo y la limpieza del aire (**J**), por lo tanto no sobrevivirían en las mismas condiciones (**C**)”

Así cuando realizaron la actividad de siembra de una semilla de frijol para que analizaran lo que pasaba se presentó la siguiente acción discursiva entre el estudiante **E5** y **E7** donde **E5** explica “ *La planta de frijol nace de una semilla (T), Primero que todo necesito agua y suelo para germinar porque esto le proporciona savia bruta (D), en segundo lugar necesito que se le proporcionara agua todos los días, también tiempo para conformar su cuerpo como raíz, ramas, hojas, aunque no se vea necesito dióxido de carbono y luz para realizar el proceso de fotosíntesis y así obtener energía química almacenada en la glucosa (J). Como consecuencia de todos los cuidados para la germinación de la semilla de frijol como el suelo rico en nutrientes, regarla con agua, proporcionarle algunas horas de sol y el aire que tomo incorporando el dióxido de carbono para realizar el proceso de fotosíntesis le permitió crecer una hermosa planta (C).* Mientras que **E7** lo contradice diciendo que para que la planta germine no necesita de suelo solo de agua, en concordancia dice **E7** “*La planta de frijol para germinar necesita solo agua (T), inicialmente no necesita luz, ni suelo porque está en la fase de reproducción de tejidos (D), pero después de ocho días sí porque mi tía tiene una finca y yo lo he visto (D). Sale del frijol una planta pequeña y ahí se trasplanta al suelo donde si requiere agua, dióxido de carbono y las sales minerales del suelo para seguir creciendo (J). Mi tía le proporciona abono al terreno para garantizar los nutrientes (J). Yo concluyo que para que crezca la planta no necesariamente se necesita el suelo, necesita agua y luego si todas las condiciones, agua, suelo, dióxido de carbono, energía del sol para fabricar glucosa que es energía almacenada (C).* De lo que se concluye que tienen diferencias para justificar y responder cual es la condición para que crezca una semilla de frijol.

En la fase de estructuración y síntesis se indagó por ¿Cuál es la importancia de los pigmentos fotosintéticos? En donde los estudiantes comprobaron a través de la extracción de clorofila los diferentes tipos de clorofila y lo compararon con la absorción de energía lumínica. De igual manera lo contrastaron con la fase de generalización y aplicación con el uso de las plantas para el ser humano a través de la extracción de pigmentos, así mismo para elaborar jarabes, perfumes, aceites. Algunas de sus respuestas muestran una

apropiación conceptual más coherente y con lenguaje científico escolar identificando el modelo precientífico molecular de la (NP) como el caso de E4 “ *Las plantas representan muchos beneficios para el ser humano(T), uno de ellos es proporcionar alimento a los animales porque almacenan moléculas de energía cuando realizan la fotosíntesis y fabrican la glucosa (D), otro aspecto es extraer de ellas sustancias que tienen olores muy agradables para uso de nosotros como lociones, cremas, hasta para aromatizar la casa como el sampic, el jabón, entre otros muchos productos (D), así mismo es importante tener en cuenta que para obtener estos beneficios la planta requiere agua, nutrientes del suelo, dióxido de carbono y energía lumínica para fabricar su alimento y almacenar energía a través del proceso de la fotosíntesis (J), los animales toman los nutrientes de las plantas y luego las devuelven al mismo suelo cuando mueren por acción de los microorganismos enriqueciendo el suelo para que sean tomados los nutrientes por las plantas representados en sales minerales formando el xilema (J), en consecuencia tanto animales como el mismo ser humano requiere de las plantas para existir de una nutrición autótrofa a una heterótrofa, además del beneficio personal mejorando la calidad de vida representado en productos de aseo y limpieza(C).* De esta manera el estudiante tiene en cuenta las condiciones necesarias para que la planta se nutra y crezca, entre éstas, las sustancias inorgánicas que se requieren para realizar el proceso de la fotosíntesis y luego formarse las moléculas orgánicas que van a constituir el floema, como lo menciona Velásquez (2011) donde describe las características del modelo precientífico molecular aludiendo a la relación obtención de nutrientes a partir de sustancias inorgánicas, pasando por el proceso de la fotosíntesis para constituir moléculas orgánicas de glucosa y finalmente pasando por la respiración celular para liberar la energía que necesita para sus funciones vitales.

#### 8.2.2 Análisis De Los Niveles Argumentativos Durante La Intervención Didáctica.

Para el análisis de los niveles argumentativos en la intervención didáctica se evidencia una estructura argumentativa más coherente y organizada, adicionalmente con buena ortografía y utilizando signos de puntuación. Para alcanzar este nivel se trabajó durante las

sesiones de clase con una guía. Además de la orientación y revisión permanente de la docente. Acorde con lo trabajado los estudiantes estuvieron muy receptivos y participativos en cada una de las actividades, en concreto en la extracción de pigmentos fotosintéticos y sus usos, demostrando apropiación conceptual. De acuerdo con Jorba et al (2000) “los argumentos globalmente tienen coherencia y se refieren al objeto de explicación. Se expresa con claridad de manera que una vez leído es fácil de descubrir tanto el tema como las intencionalidades del autor” p 49. A continuación, se relacionan algunos casos.

Tabla 8. Tabla para referenciar la calidad de los argumentos durante la intervención didáctica.

<b>Pregunta</b>	<b>Estudiante/Argumento</b>	<b>Nivel de calidad del argumento</b>
¿Cómo influye el suelo para el crecimiento de la planta?	<b>E<sub>2</sub></b> “ <i>El suelo influye en el crecimiento de la planta (T) porque le proporciona alimento(D), le da nutrientes, oligoelementos, agua, (D) en consecuencia los utiliza para elaborar moléculas de energía a partir del xilema que se formó en la raíz cuando absorbió las sales minerales y agua, los transformo en floema en el proceso de fotosíntesis (J) y finalmente al proporcionarle el suelo, el alimento y ser transformado en otras moléculas en la fotosíntesis lo asimila creciendo(C)</i> ”	<b>N<sub>3</sub></b> En el nivel tres se consideró para la estructura del argumento que, presentara dato, una justificación y una conclusión como se muestra en la respuesta de <b>E<sub>2</sub></b> Tal como lo señala (Tamayo 2016, Chamizo 2017, Sardá y Sanmartí 2000). En concordancia a la representación básica del argumento en clase de ciencias.

<p>¿Cuál es la importancia del agua para la planta?</p>	<p><b>E9</b> “ <i>la parte de la planta que se encarga de absorber los nutrientes del suelo y el agua es la raíz (T) porque forma la savia bruta que es el xilema para realizar la fotosíntesis(D), el xilema y el floema son conductos que garantizan en la planta el transporte de sustancias tanto inorgánicas desde el xilema a orgánicas en el floema para luego ser asimiladas por la mitocondria como fuente de energía necesaria para crecer y vivir(D) en consecuencia a medida que la raíz absorbe la mezcla de agua y sales minerales del suelo los aprovecha para nutrirse al realizar la fotosíntesis(C)</i>”.</p>	<p><b>N2</b> Se puede inferir como dato para valorar la calidad del argumento en el estudiante cuando hace referencia a la parte de la planta, en concreto la raíz y menciona que, a través de ella, ingresa agua cuando absorbe agua y nutrientes y, por consiguiente, se forma la mezcla que constituye el xilema. Jorba et al (2000) “el texto se ha organizado de acuerdo con el modelo explicativo, en el cual se encadenan los hechos de acuerdo con la lógica de la explicación” p</p>
<p>¿Cuál de los tres modelos “edáfico, transmutación, flogisto” relaciona la respiración de la planta con su nutrición?</p>	<p><b>E5</b> “<i>En el modelo del flogisto se intercambian gases (T), según Priestley en la lectura realizada habla de que la planta toma dióxido de carbono y libera oxígeno en el proceso de fotosíntesis (D) porque a través de los estomas absorben dióxido de carbono como componente para el</i></p>	<p><b>N3</b> Se identifica los tres indicadores del argumento de nivel tres con el dato, la justificación y la conclusión. Adicional se identifica coherencia y concordancia en la respuesta a la pregunta. Acorde con Tamayo (2016) “el estudio de los diferentes niveles de la estructura del texto</p>

	<p><i>proceso de la fotosíntesis junto con el agua y las sales minerales y libera oxígeno (J), en consecuencia, al realizar la fotosíntesis característica de la nutrición autótrofa logra del aire ingresar dióxido de carbono y liberar oxígeno (C)''.</i></p>	<p>argumentativo puede favorecer, en las clases de ciencias, la apropiación de las características del lenguaje científico'' Así por ejemplo cuando el estudiante menciona a la fotosíntesis como proceso y relaciona su funcionamiento acorde a su edad y contexto.</p>
<p>¿consideras que tu conocimiento sobre la nutrición de las plantas ha aumentado?</p>	<p><b>E1</b> <i>'' Si, yo aprendí que las plantas toman sus propios alimentos (T) para sus funciones vitales como la respiración, crecimiento, desarrollo y almacenamiento de energía (D), yo leí, hice los dibujos sobre nutrición, además escribí y la profesora me explico(D), en conclusión aprendí que a través de la incorporación de agua, sales minerales, dióxido de carbono y la energía lumínica la planta los transforman en glucosa y oxígeno con el proceso de fotosíntesis y respiración para liberar energía(C)''.</i></p>	<p><b>N2</b>En esta estructura al igual que los ejemplos anteriores se evidencia que los estudiantes tienen fundamentada la forma de presentar sus argumentos de forma básica. Además, se logra este nivel al evidenciar cambio conceptual porque en la respuesta se mencionan las características que identifican el modelo de (NP) desde el modelo precientífico molecular de acuerdo con Velásquez (2011).</p>
<p>¿Todas las plantas viven</p>	<p><b>E6</b> <i>''Las plantas no viven en un mismo lugar (T), antes que nada</i></p>	<p><b>N2</b> En este ejemplo de argumento se puede identificar varios</p>

---

<p>en un mismo sitio?</p>	<p><i>están dispersas por todo el mundo, en diferentes climas y ambientes adaptándose a estas condiciones (D), así que no podemos cogerlas y ponerlas en un solo lugar porque yo las he visto en la montaña, en el desierto, en los bosques y todas no las puedo traer aquí y colocarlas bajo esta única condición en este espacio (D), en consecuencia las plantas tienen diferentes condiciones por el sitio donde se ubican y adaptan (C),</i></p> <p><b>E8</b> <i>“las plantas no viven en los mismos sitios (T) porque en ellas influye el relieve, el clima y la posición geográfica (D), el relieve hace que vivan a diferentes alturas y ecosistemas bajo condiciones ambientales especiales(D) como la cantidad de agua lluvia, la intensidad lumínica, la riqueza del suelo y la limpieza del aire, por lo tanto no sobrevivirían en las mismas condiciones (C)”</i></p>	<p>conectores del discurso como son: antes que nada, porque, en consecuencia, permitiendo hacer ilación entre las expresiones como menciona Tamayo (2016) “Asumir cierto reto cognitivo-lingüístico en el cual, de una parte, debe elaborar un producto textual, un argumento y, de otra, relacionar de alguna manera datos en función de una conclusión” p. 141</p> <p>N2 En relación al estudiante E8, se ubica en el segundo nivel por cuanto solo suministra afirmación, datos y una conclusión-</p>
---------------------------	--	--

---

<p>¿Cómo germina una semilla de frijól?</p>	<p><b>E7</b> “<i>La planta de frijol para germinar necesita solo agua (T), inicialmente no necesita luz, ni suelo porque está en la fase de reproducción de tejidos (D), pero después de ocho días sí porque mi tía tiene una finca y yo lo he visto (D). Sale del frijol una planta pequeña y ahí se trasplanta al suelo donde si requiere agua, dióxido de carbono y las sales minerales del suelo para seguir creciendo (J). Mi tía le proporciona abono al terreno para garantizar los nutrientes (J). Yo concluyo que para que crezca la planta no necesariamente se necesita el suelo, necesita agua y luego si todas las condiciones, agua, suelo, dióxido de carbono, energía del sol para fabricar glucosa que es energía almacenada (C)</i></p>	<p><b>N3</b> En la respuesta, se logra identificar dato, varias justificaciones y conclusión. Tal como lo expone Tamayo (2014) aquellos argumentos en los que se identifican con claridad el dato, las justificaciones y la conclusión, además van en concordancia con el dato se clasifica en un nivel 3 de argumentación. Así mismo se evidencian conectores lingüísticos como: porque, pero, concluyo dando una coherencia al texto y una mejor estructura al argumento.</p>
<p>¿Cuál es la importancia de los pigmentos fotosintéticos?</p>	<p><b>E4</b> “ <i>Las plantas representan muchos beneficios para el ser humano(T), uno de ellos es proporcionar alimento a los animales porque almacenan</i></p>	<p><b>N3</b> El estudiante logra un nivel tres donde se identifica el dato, dos justificaciones y la conclusión. Además del uso de conector lingüístico porque, indicando una</p>

---

*moléculas de energía cuando realizan la fotosíntesis y fabrican la glucosa (D), otro aspecto es extraer de ellas sustancias que tienen olores muy agradables para uso de nosotros como lociones, cremas, hasta para aromatizar la casa como el sampic, el jabón, entre otros muchos productos (D), así mismo es importante tener en cuenta que para obtener estos beneficios la planta requiere agua, nutrientes del suelo, dióxido de carbono y energía lumínica para fabricar su alimento y almacenar energía a través del proceso de la fotosíntesis (J), los animales toman los nutrientes de las plantas y luego las devuelven al mismo suelo cuando mueren por acción de los microorganismos enriqueciendo el suelo para que sean tomados los nutrientes por las plantas representados en sales minerales formando el xilema (J), en consecuencia tanto animales como el mismo ser humano requiere de las plantas para existir*

---

conexión entre el dato y la conclusión, lo cual se evidencia en la respuesta transcrita como lo propone Lo Cascio (1998) citado por Cano y Ortiz (2010), quien lo describe como un marcador lingüístico, propio de las justificaciones. Se identifica además el uso de signos de puntuación dando una coherencia y sentido a lo que redactó, por otro lado, es evidente el uso del lenguaje científico escolar y la relación de términos que explican el fenómeno estudiado. Según Tamayo (2016) quien cita a Zohar y Nemet (2002) “un argumento fuerte tiene varias justificaciones que soportan una conclusión, la cual incorpora conceptos científicos y hechos adecuados, relevantes y específicos”, se ubica en este nivel porque falta respaldo teórico.

---

*de una nutrición autótrofa a una heterótrofa, además del beneficio personal mejorando la calidad de vida representado en productos de aseo y limpieza(C).*

---

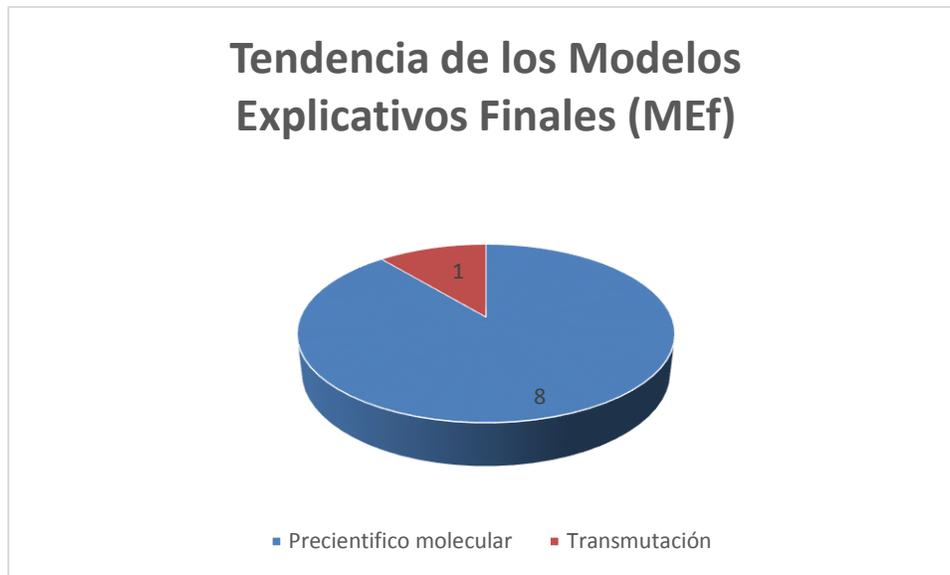
*Tabla para interpretar la calidad de los argumentos. Elaboración propia.*

Es importante resaltar que el trabajo guiado en el aula sobre la estructura argumentativa facilita el planteamiento de ideas a partir de sus preconcepciones y de la nueva información incorporada a través del uso del concepto; en este caso de la (NP). Al realizar la intervención didáctica y poner en consideración nuevos conocimientos científicos, el estudiante construye y reconstruye sus modelos explicativos de tal manera que, llega a estructurar mejor su pensamiento y es capaz de expresarlo a través de la argumentación. Después de la intervención se logró pasar a un nivel argumentativo de mejor calidad de acuerdo a la edad, contexto y tiempo que se le otorgó a la intervención. Se pasó de un nivel argumentativo 1 a los niveles argumentativos 2 y 3. Argumentos que están constituidos estructuralmente por tesis, datos, justificación y conclusión.

### 8.3 Análisis de los Modelos Explicativos y Niveles Argumentativos después de la intervención didáctica

Después de desarrollar las actividades de introducción de nuevos conocimientos, síntesis y generalización de la unidad didáctica se realizó la aplicación del instrumento final de lápiz y papel. En este instrumento se puede identificar avances en la redacción, estructura del argumento y una mejor ubicación en los modelos explicativos, además del número de oraciones escritas, es decir, éstas son más coherentes en el momento de hablar sobre la (NP). A continuación, se muestra en la gráfica la tendencia de los MEF.

Figura 13 Tendencia de los Estudiantes en los Modelos Explicativos Finales



*Nota: Tendencia de los Modelos Explicativos Finales. Elaboración propia.*

Los estudiantes presentaron un cambio en los modelos explicativos finales, tendientes a un modelo precientífico molecular ( $M_4$ ), en el momento inicial cinco (5) estudiantes se ubicaron en el modelo explicativo mixto, combinando los modelos de (NP) en el modelo edáfico y el modelo de transmutación, estos modelos tienen en cuenta solo los nutrientes proporcionados por el suelo como sales minerales y el agua. A partir de la intervención didáctica y después de aplicar el instrumento final se reconocen otros componentes del proceso de (NP); adicionan los gases provenientes del aire como el dióxido de carbono ( $CO_2$ ), además de la energía lumínica en un proceso biológico molecular a nivel del organelo cloroplasto en el proceso de fotosíntesis que abarca la transformación de sustancias inorgánicas a orgánicas en dos fases “lumínica y oscura”. Igualmente tienen en cuenta la función de la mitocondria a partir del proceso respiratorio para la obtención de la molécula energética “ATP” para su crecimiento y desarrollo. Es decir, reconocen el proceso desde lo físico, químico y biológico. Es así como ocho (8) estudiantes se ubican en el ( $M_4$ ) precientífico molecular y solo uno (1) de los estudiantes en el ( $M_2$ ) de transmutación.

Reconociendo lo expuesto por Arzola et al., (2011), quienes sostienen que los estudiantes

presentan modelos que son susceptibles a modificaciones siendo reestructurados y mejorados orientados en el proceso.

En cuanto a la calidad de los argumentos se puede inferir que hay una tendencia hacia el nivel argumentativo dos (N<sub>2</sub>) y tres (N<sub>3</sub>), además de resaltar que se siguen ubicando estudiantes en el nivel argumentativo uno (N<sub>1</sub>), los cuales a pesar de que no logran movilizarse a un nivel más alto presentan una mejor estructura identificando afirmaciones y datos. Así mismo se confirma lo expuesto por Tamayo et al., (2016) quién afirma que los argumentos ubicados en el nivel uno presenta la característica de usar y emplear expresiones de la situación planteada donde casi terminan parafraseando los textos leídos. Igualmente se identifica un lenguaje un poco descriptivo en los que se narra la actividad presentada, sobre todo en las preguntas 1,2, 3 y 5. Así E<sub>1</sub>P<sub>1</sub> por ejemplo responde logrando identificar en su respuesta afirmación, datos y conclusión de acuerdo a la situación planteada y casi parafraseando cuando escribe “*Lo que pasó es que cinco años después el árbol había crecido (T), pesó solo el árbol y pesaba 74,5 kg, después de cinco años. Inicialmente pesaba solo 2.30 kg. Luego peso la tierra y encontró la misma cantidad inicial 90.7kg (D), Por lo tanto, Van Helmont concluye que la planta solo creció a partir de proporcionarle agua (C)*”. comparando con E<sub>6</sub>P<sub>1</sub> “*Después de cinco años la planta creció (T), en primer lugar, él tomó una maceta en la cual colocó 90.7kg de tierra y después sembró el árbol de sauce que pesaba 2.30kg y finalmente peso 76.74kg (D), de acuerdo a esto Van Helmont concluye que 74.5kg de madera y corteza se formaron a partir de agua (C)*. se evidencia que contestan casi lo mismo porque lo hacen a partir de la situación planteada por lo que se ubicaron en esta pregunta en un nivel argumentativo uno, a pesar de encontrarse afirmación sencilla, dato y una conclusión que considero el estudiante a partir de la situación planteada; Confirmando lo que expone Sandoval y Millwood citado por Tamayo (2016) cuando menciona desde la dimensión de la argumentación científica la pertinencia de las conclusiones causales; demostrando que la afirmación, los datos y la conclusión no siempre son garantía de argumentos de calidad. Es importante aclarar que los estudiantes cuando se les guía la estructura y coherencia del texto lo redactan mejor que

cuando lo hacen por sí mismos, no obstante, se resalta que es factible que al trabajar más tiempo con la estructura del argumento muy seguramente seguirán ascendiendo en el nivel del argumento. Es así como se puede inferir cuando se logran movilizar a un nivel argumentativo tres a E<sub>5</sub>P<sub>2</sub> “*Lo que sucedió en la situación estudiada por Van Helmont fue el crecimiento de la planta (T), y se debe a que ella fabrica su propio alimento en el proceso de fotosíntesis (D), Por lo tanto, se desarrolló por el agua por la variedad de nutrientes que recibió del suelo, el dióxido de carbono y la ayuda del sol para activar la clorofila e iniciar el proceso fotosintético que tiene dos fases lumínica y oscura en la cual las moléculas se transforman mediante reacciones químicas para garantizar la energía que necesita la planta para vivir. (C).*

En cuanto a la estructura gramatical, los estudiantes utilizaron de mejor manera la ortografía y signos de puntuación, en esta fase se les oriento que usaran el diccionario para verificar la escritura de las palabras que presentaran dudas sobre la forma de escribirla o de su significado y se les explico el uso de comas y el punto. En el ejercicio realizado, aunque se les indico que lo hicieran solos, los estudiantes muy motivados pidieron el concepto de la docente quién les oriento para que lo hicieran de mejor manera. Por eso en sus expresiones no son frecuentes los errores ortográficos. A continuación, se hace una interpretación sobre los niveles argumentativos finales

Figura 14 Tendencia de los Estudiantes en los Niveles Argumentativos Finales



*Nota: Gráfica Para Interpretar los Niveles Argumentativos. Elaboración propia*

En la gráfica se muestra la tendencia de los niveles argumentativos de manera que, en el nivel argumentativo uno se encuentra dos (2) estudiantes, se logra movilizar a tres (3) estudiantes a un nivel argumentativo dos, y a cuatro (4) estudiantes a nivel argumentativo tres. Tal como lo expone Sandoval (2003) citado por Tamayo (2016) quién afirma que los estudiantes consideran sus explicaciones como válidas cuando se apoyan en una teoría, como el caso de los estudiantes de esta investigación cuando en sus expresiones los estudiantes para dar afirmaciones, datos, algunas justificaciones y conclusión lo hacen apoyándose en los modelos del concepto de (NP).

Por otro lado, se considera la relevancia que presenta desde lo cognitivo estructurar mejor los modelos mentales de los estudiantes para encontrar expresiones que lo lleven a dar explicaciones más coherentes como lo afirma Jorba Et al. (2000) quienes afirman que cuando el estudiante conoce el objetivo y se les explica para organizar los conocimientos aprendidos, para elaborar una idea y comunicarla facilitando de antemano los instrumentos adecuados, lo pueden expresar con mayor fluidez.

### 8.3.1 Análisis De Los Modelos Explicativos Finales (MEf).

Para el análisis de los modelos explicativos finales se muestra la siguiente tabla

Tabla 9. Tabla Comparativa Tendencia de los Modelos Explicativos Iniciales y Finales.

<b>Estudiantes</b>	<b>Tendencia de los Modelos Explicativos Iniciales (MEi)</b>	<b>Tendencia de los Modelos Explicativos Finales (MEf)</b>
E <sub>1</sub>	M <sub>2</sub>	M <sub>2</sub>
E <sub>2</sub>	M <sub>2</sub>	M <sub>4</sub>
E <sub>3</sub>	M <sub>6</sub>	M <sub>4</sub>
E <sub>4</sub>	M <sub>6</sub>	M <sub>4</sub>
E <sub>5</sub>	M <sub>6</sub>	M <sub>4</sub>
E <sub>6</sub>	M <sub>6</sub>	M <sub>4</sub>
E <sub>7</sub>	M <sub>5</sub>	M <sub>4</sub>
E <sub>8</sub>	M <sub>6</sub>	M <sub>4</sub>
E <sub>9</sub>	M <sub>5</sub>	M <sub>4</sub>

Nota: En esta tabla se puede identificar la tendencia de los modelos explicativos de los estudiantes antes y después de la intervención didáctica. Elaboración propia

En los modelos explicativos finales se logra un nivel conceptual más estructurado y coherente, se reconoce la (NP) desde lo microscópico a nivel de los procesos biológicos, desde lo químico a partir de las moléculas que intervienen en el proceso fotosintético y desde los procesos físicos en lo relacionado a el movimiento de sustancias. Se puede inferir que luego de la unidad didáctica planeada y orientada, se logró movilizar a los estudiantes hacia un modelo explicativo más estructurado y completo, como lo es el modelo precientífico molecular.

A continuación, se toman las situaciones de las preguntas del cuestionario final.

Tabla 10. Tabla comparativa de los Modelos Explicativos iniciales y finales sobre (NP)

Estudiante y pregunta	MEi	MEf
E <sub>5</sub> P <sub>4</sub>	<p>“Para mi creo que con los nutrientes del suelo y agua la planta puede desarrollarse bien” (D)</p>	<p>“En mi opinión la planta vive de los nutrientes que toma del ambiente (T), como el suelo que le proporciona minerales, del sol energía lumínica natural, el dióxido de carbono del aire y el agua (D). Por consiguiente, por medio de la fotosíntesis, recoge todo lo anterior agua, sales minerales, dióxido de carbono y energía lumínica y lo transforma en otras sustancias como la glucosa y el oxígeno para obtener la energía que necesita para vivir, lo realiza en dos fases una lumínica y otra oscura” (C)</p>
E <sub>7</sub> P <sub>4</sub>	<p>“las plantas viven de agua y sol y de tierra orgánica”. (D)</p>	<p>“Las plantas fabrican sus propios alimentos mediante un proceso denominado fotosíntesis(T), Para ello solo necesita la energía del sol, agua, un gas llamado dióxido de carbono y sales minerales. Por ejemplo, el agua y las sales minerales las obtienen del suelo formando el xilema por la absorción a nivel de la raíz. (D). El proceso se comprobó en el laboratorio con la extracción de pigmentos verdes de la clorofila y de la respiración con la elodea (J). En conclusión, los factores ambientales que le proporciona el suelo y el aire a la</p>

---

		<i>planta como agua, dióxido de carbono y sales minerales la alimentan transformando estas moléculas en glucosa y oxígeno para obtener energía mediante el ATP en las fases lumínica y oscura de la fotosíntesis” (C).</i>
E9P4	<i>“Las plantas viven del oxígeno del agua del sol etc”. (D)</i>	<i>“Las plantas viven de nutrientes del ambiente (T), ya que viven del sol, el aire, el agua y las sales minerales transformando el agua y el dióxido de carbono más los minerales del suelo por activación de la energía lumínica del sol en glucosa y oxígeno en el organelo celular del cloroplasto (D); finalmente la planta requiere de las sustancias inorgánicas minerales, agua, dióxido de carbono y la activación de la clorofila por medio de la energía lumínica del sol para efectuar las dos fases lumínica y oscura del proceso y así obtener energía para crecer y vivir” (C).</i>

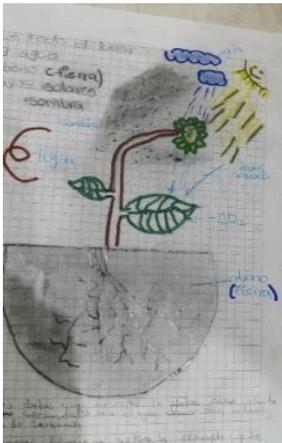
---

*Nota: Información obtenida a partir de la aplicación del instrumento inicial y final aplicado a los estudiantes.*

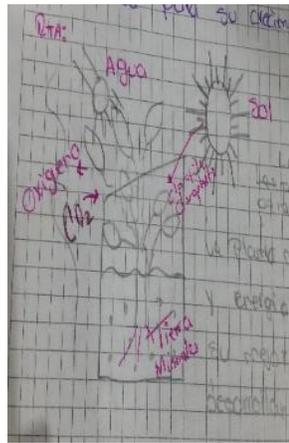
Es evidente en la tabla la estructura del argumento antes y después de la intervención didáctica, se observa que los textos son más amplios y coherentes, es así como en la ubicación del modelo explicativo se identifica que los tres estudiantes después de la intervención didáctica se pueden ubicar en el modelo explicativo precientífico molecular; desde Velásquez (2011), porque mencionan los elementos moleculares a partir del cloroplasto y los bioquímicos a partir de las fases lumínica y oscura del proceso de (NP) por medio de la fotosíntesis. Mientras que en los modelos explicativos iniciales se ubicó en esta pregunta a E5 y E7 en el modelo explicativo mixto, entre tanto E9 en el modelo

explicativo del flogisto. Así mismo se tiene en cuenta la tendencia que presentaron los estudiantes en este momento; E<sub>5</sub> se mantiene en el modelo explicativo mixto, en cambio E<sub>7</sub> y E<sub>9</sub> en el modelo explicativo de sentido común.

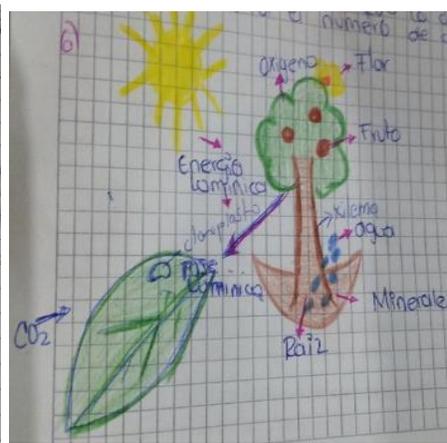
Analizando la pregunta seis con referencia a la elaboración de un gráfico en la que los estudiantes debían mencionar de acuerdo a la imagen realizada las condiciones que creen tiene la planta para su crecimiento se obtuvieron las siguientes imágenes.



E<sub>1</sub>P<sub>6</sub>



E<sub>5</sub>P<sub>6</sub>



E<sub>6</sub>P<sub>6</sub>

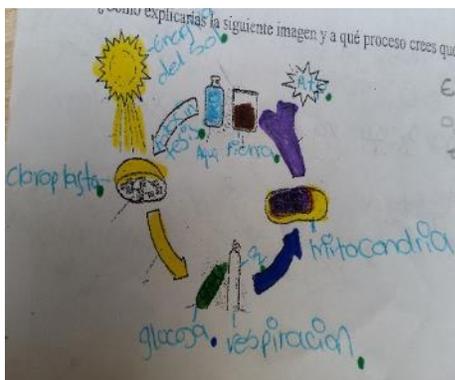
En la imagen se identifica que los tres estudiantes al representar como se nutre la planta tienen en cuenta los elementos que toma para su proceso de fotosíntesis como es el agua y las sales minerales que toman por la raíz, señalan que en las hojas toman del ambiente el dióxido de carbono y que en este lugar inciden los rayos del sol para realizarse la fotosíntesis en el cloroplasto. En el instrumento inicial no daban explicación desde lo bioquímico y microscópico porque no mencionaban el lugar donde se realiza la fotosíntesis, ni tampoco nombraban las fases en la que ocurren, mientras en esta fase ya logran explicarlo. Así E<sub>1</sub>P<sub>6</sub> “*Los datos que necesita la planta para su crecimiento son el agua, sales minerales del suelo, el dióxido de carbono del aire y la energía lumínica que toma del sol para activar la clorofila e iniciar la fase lumínica de la fotosíntesis (T), La energía lumínica según lo leído y socializado en clase activa la clorofila para dar inicio al proceso*

*de fotosíntesis con la fase lumínica y luego la fase oscura con la formación de glucosa (D), En resumen en este proceso fotosintético las moléculas de agua y dióxido de carbono se transforman en glucosa y oxígeno para luego ser transformada en ATP que es la energía de los seres vivos a través del proceso respiratorio en la mitocondria (C)*”. Aquí cuando el estudiante se refiere a las fases de la fotosíntesis y describe brevemente que pasa en ellas se resalta la utilización de un lenguaje científico escolar en el que el estudiante está haciendo una interpretación del proceso a nivel biológico molecular. Con la interpretación de E<sub>5</sub>P<sub>6</sub> “*Las plantas necesitan factores del ambiente para crecer (T), La planta necesita agua y sales minerales para formar la mezcla que se llama savia bruta o xilema, ésta ingresa por la raíz por procesos de absorción, además necesita dióxido de carbono que ingresa por difusión por los estomas, sumado a esto la energía proveniente del sol (D) para activar una sustancia verde que se encuentra en un organelo llamado cloroplasto para dar inicio a las fases lumínica y oscura de la fotosíntesis y producir la glucosa que en la respiración junto con el oxígeno liberará la energía que necesita para vivir llamada ATP (J), finalmente se da el proceso de obtención de moléculas desde el proceso de fotosíntesis, es como una fábrica que constantemente produce energía y la utiliza para sus funciones vitales y crecimiento(C)*. En esta explicación se puede identificar que el estudiante tiene presente las moléculas que ingresan para realizar el proceso y reconoce a nivel bioquímico la transformación de moléculas como proceso para obtener energía para la supervivencia de la planta. Se observa el uso de la analogía cuando menciona que la fotosíntesis es como una fábrica para producir energía, de acuerdo con lo que expone Saiz (2016) con respecto a las analogías como comparaciones, éstas buscan una similitud y sirven para construir conclusiones “razonamiento analógico” p. 148 siendo válidas y de gran valor para estructurar argumentos. En el caso de E<sub>6</sub>P<sub>6</sub> “*La planta vive de agua, sales minerales, dióxido de carbono y energía lumínica (T), A partir de las explicaciones sobre los estudios de investigaciones anteriores de la nutrición en plantas se reconocen estos elementos en un proceso llamado fotosíntesis (D), El agua y las sales minerales que se toman del suelo por la raíz mediante absorción radicular son llevados a él cloroplasto por el xilema, hasta este lugar llega el dióxido de carbono que es ingresado por el estoma. En el cloroplasto la*

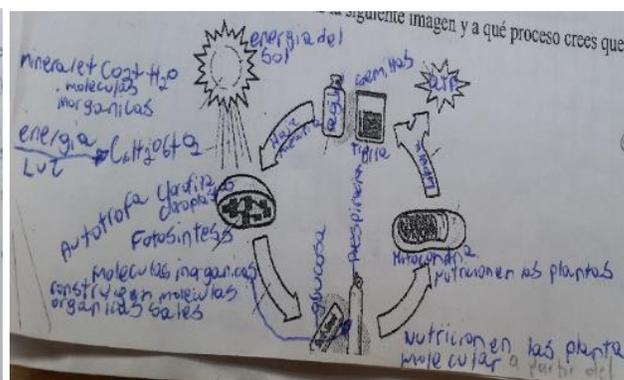
clorofila se activa por influencia de la energía lumínica proveniente del sol (D).

Finalmente se realiza en el cloroplasto la fotosíntesis convirtiendo las moléculas de agua y dióxido de carbono en glucosa y oxígeno” (C). Igualmente, en este caso el estudiante identifica en el proceso de (NP) procesos físicos cuando habla de la absorción y nombra al xilema donde se puede inferir que reconoce a nivel físico el ascenso de la mezcla hasta las hojas. Además, menciona aspectos de nivel químico cuando menciona la conversión de moléculas en un proceso bioquímico y a nivel biológico molecular nombrando organelos como el cloroplasto y el estoma reconociendo lo expuesto por Velásquez, (2011) en referencia a las características del modelo precientífico molecular. Así mismo Sanmartí Et al. (1999) expone que el aprendizaje de la Ciencias requiere hablar, escribir y simbolizar los modelos que se expresan sobre los conceptos científicos; tal como se identifica con referencia a la imagen, la relación de conceptos que exponen en la misma imagen los estudiantes y la estructura argumentativa.

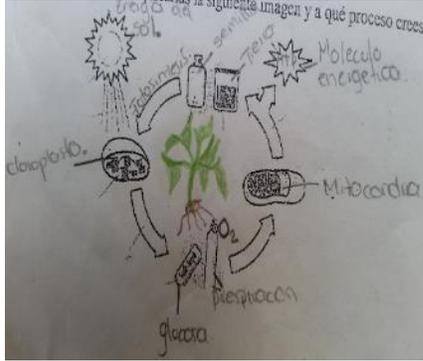
Se debe agregar que, en la pregunta ocho del cuestionario se le presentó una imagen que pretendía que los estudiantes argumentaran sobre el proceso de (NP). En los MEi no reconocieron el proceso, contestando simplemente que no sabían o que se le parecía a un ciclo de algo, pero no argumentaron al respecto. Después de la intervención y trabajar todo el proceso como un ciclo trabajando en la clase de ciencias las representaciones simbólicas, los estudiantes logran argumentar al respecto como se evidencia en las imágenes



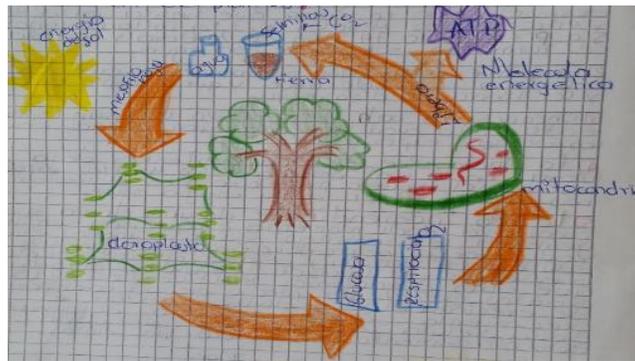
E1P8



E4P8



E5P8



E7P8

En los argumentos exponen E1P8 “El proceso corresponde al proceso de nutrición en plantas (T), es un ciclo en el que se describe donde ocurre y como se lleva a cabo la nutrición en las plantas, explica la utilización de órganos como el cloroplasto y la mitocondria (D), por consiguiente, en la imagen se observa que en el cloroplasto ocurre el proceso de la fotosíntesis, fabricando energía y en la mitocondria por medio de la respiración la obtiene en moléculas de ATP, esto sucede constantemente” (C). Aquí se puede inferir el uso del lenguaje simbólico y escrito como un acto de comunicación en el que el estudiante expresa al menos de manera técnica conceptos y los relaciona presentando un lenguaje científico escolar. En el caso de E4P8 “El proceso es el de nutrición en plantas, con los procesos de fotosíntesis y respiración (T), a partir del cloroplasto y la mitocondria donde a partir de moléculas inorgánicas como el agua, sales minerales, el dióxido de carbono y la energía lumínica se transforman en moléculas de glucosa en la fotosíntesis y liberan ATP en el proceso de respiración efectuado en la mitocondria” (D). Reconoce el proceso y lo secuencia desde la fotosíntesis a la respiración. Toma conceptos a nivel bioquímico molecular. E5P8 “En el grafico se representa el proceso de nutrición en plantas (T), interviene el cloroplasto y la mitocondria como órganos que transforman la materia inorgánica en orgánica y éstas a su vez se transforman en ATP como energía que toma para sus funciones vitales (D)”. El estudiante es menos expresivo cuando lo explica, pero es de resignificación los conceptos que expone para movilizarlo a un modelo más estructurado. E7P8 “Las plantas necesitan para su crecimiento factores del ambiente (T)

*como se ve en el esquema, se identifica la fotosíntesis y la respiración, la utilización de sustancias que ingresan para producir otras y así producir energía para su existencia (D), Además se debe tener en cuenta que las sustancias que ingresan son de origen inorgánico, mientras que las que se producen se transforman en sustancias de orgánicas ricas en energía, estas se utilizan en la respiración para su crecimiento y funcionamiento (D) Finalmente la planta repite estos procesos de respiración y fotosíntesis una y otra vez durante todo su ciclo de vida, por eso se llaman autótrofas porque fabrican y fabrican su alimento con el proceso de la fotosíntesis como una verdadera fábrica (D) en conclusión la planta por el proceso de la fotosíntesis puede obtener la energía que necesita para vivir” (C) .el estudiante utiliza un lenguaje científico escolar propio de la ciencia a nivel biológico y molecular y al final logra hacer una analogía de tipo causal que logra posesionar su argumento. Es importante tener en cuenta en este aspecto la multimodalidad en la enseñanza y aprendizaje de conceptos como lo expone Tamayo, Cadavid y Dávila (2017) donde expone “Permite ordenar el pensamiento, pues requiere estructuras sintácticas que posibilitan la comprensión, y permite evidenciar el conocimiento concreto frente a los conceptos científicos estudiados” p. 42.*

Así mismo exponen el lenguaje visual como un mediador para expresar significados propios de un acto comunicativo que requiere reconocer símbolos para crear el mensaje con sentido.

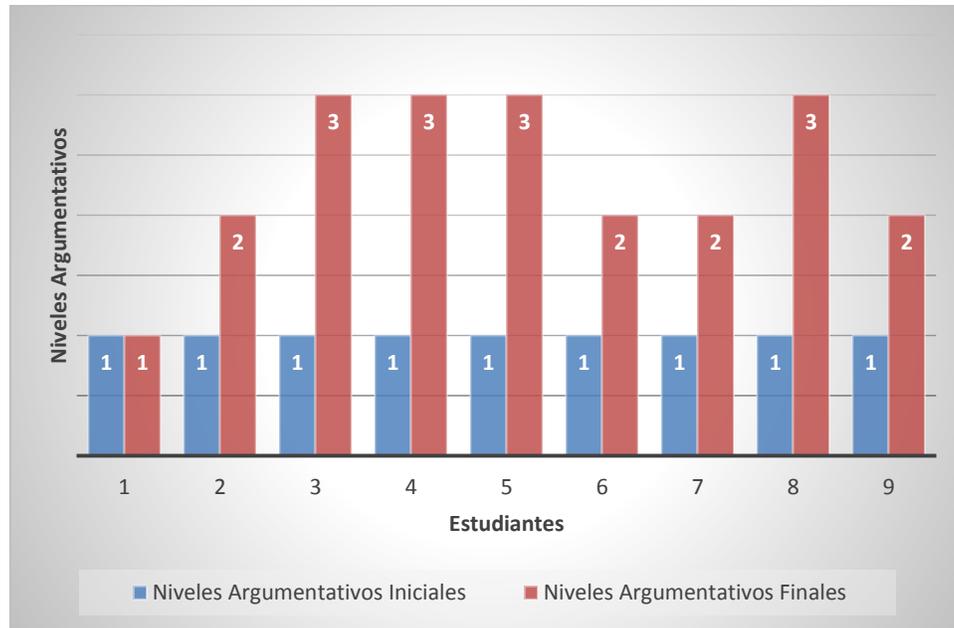
Para finalizar es importante resaltar la enseñanza de conceptos desde la multimodalidad para favorecer el aprendizaje, además de los espacios discursivos que potencien la argumentación. La estrategia planteada con la intervención didáctica deja evidenciar el avance de los estudiantes y posesionar mejor sus ideas cuando piensan, escriben y hablan sobre ciencia a partir de un concepto. Así mismo en la unidad didáctica se trabajaron aspectos de la metacognición enfocado a la regulación de los aprendizajes, demostrado en la motivación e interés por escribir bien y buscar estrategias para

conseguirlo como cuando pedían orientación o buscaban por sus propios medios en libros o en videos.

### 8.3.2 Análisis De Los Niveles Argumentativos Finales (NAf)

En el análisis de los niveles argumentativos finales se observa que algunos estudiantes se siguen manteniendo en el nivel argumentativo 1; adicional a esta situación se puede identificar estudiantes en los niveles argumentativos 2 y 3 como se interpreta en la gráfica.

Figura 15 Comparación de los Niveles Argumentativos Iniciales y los Niveles Argumentativos Finales



*Nota: Tendencia en los Niveles Argumentativos Iniciales y Finales. Elaboración propia.*

En los NAI todos los estudiantes se clasificaron en el nivel argumentativo 1 debido a que no usan afirmaciones o tesis para apoyar una idea, simplemente colocan datos, casi que, transcribiendo la situación planteada. En la tabla se representa los argumentos del instrumento final para mostrar que, aunque ya alcanzan a estructurar mejor un argumento éstos requieren ser trabajados con mayor rigurosidad para que sean de calidad como lo expone Tamayo et al. (2016). Además, no se incluyen justificaciones ni respaldos en la mayoría de las respuestas. Pero si afirmación o tesis, datos y conclusión que en los NAI no se presentaron. Hay que mencionar, además que los estudiantes ubicados en el nivel tres se ubicaron allí de acuerdo a la estructura argumentativa que presentara al menos un dato, justificación y conclusión, en el caso del estudiante E<sub>5</sub> y E<sub>7</sub> presentan dos datos, una justificación y una conclusión.

Tabla 11. Estructura del argumento después de la aplicación del instrumento final.

<b>Estudiante/ pregunta</b>	<b>Tesis o Afirmación</b>	<b>Datos</b>	<b>Conclusión</b>
E <sub>2</sub> P <sub>1</sub>	<i>“El árbol había crecido”.</i>	<i>“Pesaba 76.74kg, él saco la tierra de la mazeta y encontró lo mismo, 90.7kg de tierra, 74.5 kg se formaron solamente de agua”</i>	<i>“Van Helmont dijo que la corteza se formó solo del agua y lo llamó modelo de transmutación.”</i>
E <sub>3</sub> P <sub>1</sub>	<i>“El árbol había crecido”.</i>	<i>“Pesaba 76.74 kg. Al final saqué la tierra que había en la maseta y encontré los mismos 90.7kg”</i>	
E <sub>8</sub> P <sub>1</sub>	<i>“Después de 5 años la planta creció”</i>	<i>“El al pesar la planta y la tierra se dio cuenta y pudo comprobar que solo creció la planta”</i>	<i>“Que solo creció la planta y se formó madera y corteza con solo agua, la tierra permaneció igual”.</i>

*Nota: Comparación de la estructura del argumento después en el momento final. Elaboración propia.*

En la tabla se evidencia también que transcriben prácticamente la situación planteada, sin tomar una postura personal, limitándose a encontrar la respuesta con base a lo leído; por esta razón se infiere que no llegan a justificaciones ni un respaldo teórico fuerte porque se limitaron a dar la respuesta centrados en el problema y no desde su conocimiento personal, defendiendo lo que realmente pasa con el proceso de (NP). Sencillamente expresan lo que hizo el investigador y su teoría; en este caso lo relacionaron con el modelo de (NP) de transmutación. Por otro lado, se observan pocos errores ortográficos mostrando una mejor redacción, uso de signos de puntuación que le dan igualmente relativa coherencia e ilación.

A continuación, se relacionan las respuestas a la segunda pregunta con argumentos de los NAI y NAF en los que se demuestra que los estudiantes presentan una mejor estructura del argumento.

Tabla 12. Tabla comparativa de los niveles argumentativos iniciales y finales en las respuestas de la pregunta dos.

<b>Estudiante</b>	<b>Niveles argumentativos iniciales</b>	<b>Niveles argumentativos finales</b>
E <sub>3</sub> P <sub>2</sub>	<i>“Que durante cuatro años se fue creyendo poco a poco que la planta tenía mucha tierra para crecer y por eso necesitaba más tierra y creció grande y bonita”. (D)</i>	<i>“Que el árbol segun la hipotesis de Helmont no esta completa (T) al árbol no solamente se desarrollo por el agua, (D) sino por la variedad de nutrientes que resivio, del aire por el dióxido de carbono, la tierra sales minerales y del sol (D) para finalmente activar la clorofila, fabricar moléculas que le proporcionan energía para crecer y vivir”. (C)</i>
E <sub>5</sub> P <sub>2</sub>	<i>“Despues de los 5 años peso la planta y tenia de peso 76.74 Kg saco de nuevo la tierra que habia en la maceta y encontro los mismos 90.7 kg. Faltando unos 5 g. Por lo tanto 74.5 kg de madera y</i>	<i>“se atribuye a todos los modelos:(T) como el modelo edafico que habla que la planta solo nesesima la tierra. Al de transmutacion que habla que la planta solo necesita agua, Modelo de</i>

*corteza se formaron solamente con agua”. (D)*

*flagisto: habla que la planta solo necesita dióxido de carbono, precientífico era cuando hablaba de todos los modelos, (D) en el proceso de fotosíntesis se necesita el agua y los minerales para formar el xilema, que viaja a las hojas y en el cloroplasto por activación del sol se transforma en floema junto con el dióxido de carbono, (J) es decir que abarca todo lo que dice los otros modelos y se recoge en el modelo precientífico molecular para el proceso de fotosíntesis”.*

**(C)**

E<sub>6</sub>P<sub>2</sub>

*“Que finalmente luego de 5 años de cuidados que el árbol había crecido y pesaba 76.74 kg y al final saco la tierra de la maceta y encuentro los mismos 90.7 kg faltando unos 5g por lo tanto 74.5 kg de madera y corteza se formaron solamente con agua”. (D)*

*“A que las plantas absorben su alimento necesario sin acabar con la tierra (T), toman de la tierra solo elementos y moléculas que ayudan al proceso de fotosíntesis, gas carbónico del aire, energía luminosa del sol”. (D)*

E7P2

*“Que finalmente de 5 años de cuidado el árbol había crecido y pesaba 76.74 kg”.*

**(D)**

*“En primer lugar que solamente se creó madera y corteza con solo agua (T) el experimento se basó en observar el árbol durante cinco años y que se le daba para crecer, (D) Van Helmont no pudo en ese momento relacionar todos los elementos como son las sales minerales y agua para formar el xilema, tampoco el uso del gas carbónico y no conoció como se lleva a cabo el proceso fotosintético en el cloroplasto (J) y por eso poder decir que la planta creció y la tierra no disminuyó porque se debe a la formación de moléculas en la fotosíntesis”. (C)*

E8P2

*“Finalmente después de 5 años de cuidado el árbol había crecido y estaba pesando 76.74 kg y luego saqué la tierra que estaba en la maceta y encontré los mismos 90.7 kg por lo tanto 74.5 kg la madera*

*“La planta permaneció húmeda y expuesta a la energía solar”. (D)*

*y la corteza se convirtieron en  
agua". (D)*

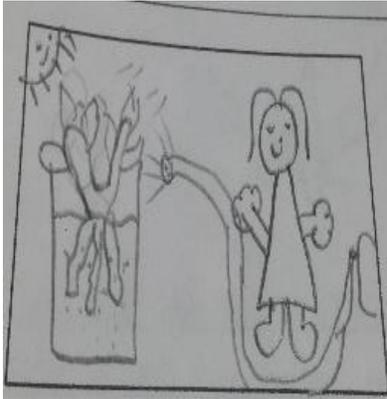
---

*Nota: Información obtenida a partir de la aplicación del instrumento inicial y final aplicado a los estudiantes.*

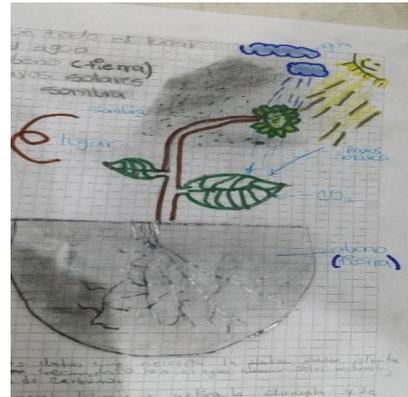
En la tabla se puede identificar el avance en la estructura del argumento desde el NAI con solo datos a el NAF donde se identifican además de datos tesis y conclusión, en esta pregunta los estudiantes ya no lo interpretan según la situación planteada parafraseando o casi que transcribiendo como en el momento inicial, por el contrario, lo hacen desde su conocimiento científico escolar relacionándolo con el proceso de fotosíntesis. Además, se puede también identificar que la mayoría utiliza tesis, dato, una justificación y conclusión, el E<sub>5</sub> y E<sub>7</sub> se ubica en un nivel tres al presentar dos datos, una justificación y una conclusión mientras que el E<sub>8</sub>, aunque no transcribe en esta ocasión, cambia su idea al respecto; tímidamente menciona dos factores importantes del proceso como es el agua cuando menciona que permanece húmeda y la energía lumínica cuando menciona que permanece expuesta al sol. Se infiere en este caso que el estudiante E<sub>8</sub> reconoce el proceso fotosintético en su estructura cognitiva al expresar estas dos características. No obstante, el estudiante se sigue ubicando en el nivel argumentativo uno por presentar solo datos.

En las preguntas 3,4 y 5 la tendencia se mantuvo. Algo importante de añadir es el uso de la representación simbólica, la imagen y la experiencia o prácticas de laboratorio en la que los estudiantes se familiarizan más con el concepto y se apropian aprehendiéndolo. Como se demuestra en las representaciones en los NAI y NAF; en las preguntas 6 y 8.

En la pregunta seis inicialmente el E<sub>1</sub> solo represento y no explico lo que dibujo por lo que a través de la representación se infirió un conocimiento a partir de la vivencia porque aparece en la imagen una niña regando una planta, mientras que en el instrumento final su imagen es más coherente con el proceso biológico de la (NP) y además explica lo que representa relacionándolo con el concepto.

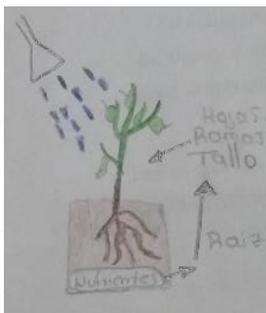


**NAi E1P6**

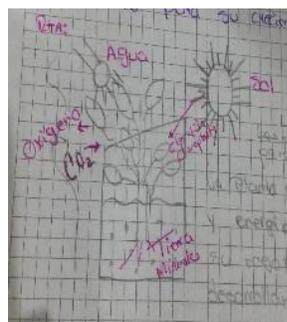


**NAf E1P6**

E1P6 “Los datos que necesita la planta para su crecimiento son el agua, sales minerales del suelo, el dióxido de carbono del aire y la energía lumínica que toma del sol para activar la clorofila e iniciar la fase lumínica de la fotosíntesis (**T**), La energía lumínica según lo leído y socializado en clase activa la clorofila para dar inicio al proceso de fotosíntesis con la fase lumínica y luego la fase oscura con la formación de glucosa (**D**), En resumen en este proceso fotosintético las moléculas de agua y dióxido de carbono se transforman en glucosa y oxígeno para luego ser transformada en ATP que es la energía de los seres vivos a través del proceso respiratorio en la mitocondria (**C**)”. De igual manera para el E5.



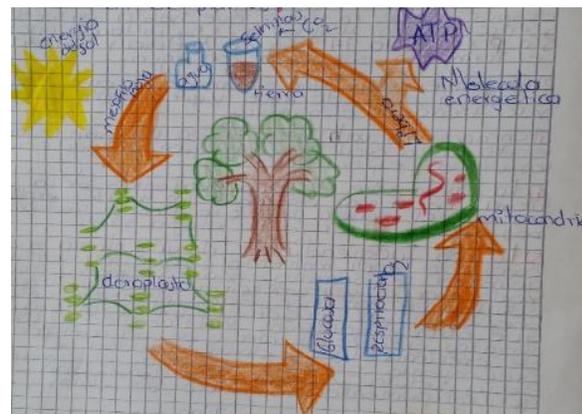
**E5P6 NAi**



**E5P6 NAf**

Con la interpretación de E<sub>5</sub>P<sub>6</sub> “ *Las plantas necesitan factores del ambiente para crecer (T), La planta necesita agua y sales minerales para formar la mezcla que se llama savia bruta o xilema, ésta ingresa por la raíz por procesos de absorción, además necesita dióxido de carbono que ingresa por difusión por los estomas, sumado a esto la energía proveniente del sol (D) para activar una sustancia verde que se encuentra en un organelo llamado cloroplasto para dar inicio a las fases lumínica y oscura de la fotosíntesis y producir la glucosa que en la respiración junto con el oxígeno liberará la energía que necesita para vivir llamada ATP (J), finalmente se da el proceso de obtención de moléculas desde el proceso de fotosíntesis, es como una fábrica que constantemente produce energía y la utiliza para sus funciones vitales y crecimiento(C).* Comparando la estructura del argumento entre E1 y E5 se observa que identifican de acuerdo a la imagen representada datos y datos, justificación y conclusión respectivamente. En el momento inicial no escribieron texto, pero en momento final se observa una estructura argumentativa que para el caso de E5 lo posiciona en el nivel argumentativo 3, mientras que E1 sigue en el nivel argumentativo 1 pero presenta elementos como datos y conclusión.

En la pregunta ocho que en el instrumento inicial expresaron que no saber o parecerse a algo que se repite, al trabajar el concepto en clase con la representación simbólica lo pudieron expresar con argumentos, veamos un ejemplo.



**E7P8 NAI****E7P8 NAF**

En el instrumento inicial aplicado E7 “*Es como un ciclo*”, y en el instrumento final escribe E7P8 “*Las plantas necesitan para su crecimiento factores del ambiente (T) como se ve en el esquema, se identifica la fotosíntesis y la respiración, la utilización de sustancias que ingresan para producir otras y así producir energía para su existencia (D), Además se debe tener en cuenta que las sustancias que ingresan son de origen inorgánico, mientras que las que se producen se transforman en sustancias de orgánicas ricas en energía, estas se utilizan en la respiración para su crecimiento y funcionamiento (D) Finalmente la planta repite estos procesos de respiración y fotosíntesis una y otra vez durante todo su ciclo de vida, por eso se llaman autótrofas porque fabrican y fabrican su alimento con el proceso de la fotosíntesis como una verdadera fábrica (D) en conclusión la planta por el proceso de la fotosíntesis puede obtener la energía que necesita para vivir*” (C). Se evidencia una estructura argumentativa coherente, presentando datos, justificación y conclusión.

## 9 CONCLUSIONES

- Los estudiantes lograron avanzar en el modelo explicativo, pasando de un modelo de nutrición en plantas edáfico a un modelo de nutrición precientífico molecular. Mientras tanto, en los niveles argumentativos persiste el nivel argumentativo uno, pero con aporte de datos en la estructura argumentativa; se logra ubicar también el nivel argumentativo dos con datos y una conclusión; finalmente el nivel argumentativo tres con datos, una justificación y una conclusión. Es pertinente considerar el progreso de los estudiantes en cuanto al avance de la estructura del argumento ubicándose algunos estudiantes en los niveles argumentativos 2 y 3; y al conocimiento científico escolar que demostraron en la concepción que ahora presentan con relación a los modelos explicativos del concepto de nutrición en plantas, lo que demuestra su estrecha relación con los niveles argumentativos.
- La intervención didáctica a través del diseño y aplicación de una unidad didáctica demostró la estrecha relación entre las teorías del concepto de nutrición en plantas y la consolidación del proceso argumentativo en los estudiantes, demostrado en el cambio de ideas; hacia unas ideas más cercanas a las de la ciencia expresado en un conocimiento científico escolar.
- Se logró evidenciar los niveles argumentativos iniciales y finales que presentaban los estudiantes, los cuales se ubicaron inicialmente en su mayoría en los modelos explicativos edáfico y transmutación; transitando hacia el modelo precientífico molecular y, un cambio en los niveles argumentativos iniciales a los finales ubicándose hacia niveles argumentativos más altos gracias a la intervención didáctica y los espacios argumentativos generados durante el proceso.
- Los niveles argumentativos iniciales mostraron que los estudiantes solo presentaban datos, mientras que con la asesoría y orientación de la docente en la ejecución de una clase planeada y estructurada les permitió a los estudiantes comprender la estructura del argumento y llevarlos a niveles argumentativos superiores y una mejor comprensión del concepto de nutrición en plantas.

- Como resultado de la investigación se resalta la necesidad de trabajar con estrategias de fortalecimiento en los procesos de enseñanza y aprendizaje de la Ciencias a partir a de la epistemología del concepto y el pensamiento crítico con sus dimensiones, en el caso de esta investigación la argumentación.

## 10 RECOMENDACIONES

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos en la investigación se recomienda en próximas investigaciones:

- Diseñar unidades didácticas que permitan en clase de Ciencias la incorporación de estrategias donde se trabaje la argumentación; la estructura argumentativa y los modelos explicativos del concepto, permitiendo al estudiante de cualquier nivel de escolaridad o contexto desarrollarse como persona crítica y ser social con diferencia de ideas, o llegando a consensos, respetando los aportes de otras personas y logrando desenvolverse en diferentes situaciones.
- Tener en cuenta el tiempo que se programa en las diferentes clases para la incorporación de conceptos, éstos dependen de la estrategia que se implemente en el aula, por eso es importante para ello reconocer aspectos como la epistemología del concepto, la semiótica, la lingüística, la psicología, la multimodalidad, las dimensiones del ser humano, las dimensiones del pensamiento crítico como lo son la resolución de situaciones problemáticas, la motivación, la metacognición y la argumentación.
- Tener en cuenta los docentes en clase de ciencias el pensamiento del estudiante referido a valorar la argumentación como aspecto de comunicación que favorece las competencias comunicativas, la estructura cognitiva y el desarrollo de pensamiento crítico, social y tal vez el surgimiento de nuevas ideas para la ciencia. Se puede decir semillero de investigadores y/o estudiantes motivados por seguir explorando nuevos conocimientos de la ciencia.

## 11 REFERENCIAS

- Acosta, D y Vásco, C (2013) *Habilidades competencias y experticias*. Manizales Colombia. Printed in Colombia p. 35
- Aleixandre, M. P. J. (2010). 10 ideas clave. *Competencias en argumentación y uso de pruebas* (Vol. 12). Graó p.35
- Arzola, N., Muñoz, T., Rodríguez, G., & Camacho, J. (2011). Importancia de los modelos explicativos en el aprendizaje de la biología. *Revista Ciencia Escolar: enseñanza y modelización*, 1(1), 7-16.
- Bañales Faz, G., Vega López, N. A., Araujo Alvinada, N., Reyna Valladares, A., & Rodríguez Zamarripa, B. S. (2015). La enseñanza de la argumentación escrita en la universidad: una experiencia de intervención con estudiantes de lingüística aplicada. *Revista mexicana de investigación educativa*, 20(66), 879-910.
- Bravo, B., Puig, B., & Jiménez-Aleixandre, M. P. (2009). Competencias en el uso de pruebas en argumentación. *Educación química*, 20(2), 137-142. P. 37
- Buitrago Martín, Á., & Mejía Cuenca, N., & Hernández Barbosa, R. (2013). La argumentación: de la retórica a la enseñanza de las ciencias. *Innovación Educativa*, 13 (63), 17-39.
- Candela, A (1991). *Ciencia en el aula: los alumnos entre la argumentación y el consenso*.
- Candela, A. (2001). La Física y los físicos: la construcción discursiva de una identidad cultural en las aulas universitarias. *Cultura y Educación*, 13(4), 441-452.
- Candela, M. A (1991) *Argumentación y conocimiento científico escolar*. *Infancia y aprendizaje*, 14 (55), 13-28

- Cañas, A., Martín-Díaz, M. J., & Nieda, J. (2008). ¿Debería nuestro currículo adaptarse más a la competencia científica de PISA? *Alambique: Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 14(57), 32-40.
- Chamizo, J (2017) *Habilidades de pensamiento científico*. Ciudad de México, México. Universidad Nacional Autónoma de México p. 50
- Carretero, M y Castorina J (2012) *Desarrollo cognitivo y educación II*. P. 42
- Curtis, H., & Schnek, A. (2003). *Invitación a la Biología*. Ed. Médica Panamericana.
- Driver, R., Newton, P., & Osborne, J. (2000). Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. *Science education*, 84(3), 287-312.
- Fernández, M. A. G., & Arceo, F. D. B. (2016). Habilidades Argumentativas en la Producción del Ensayo Escolar. Una Experiencia Educativa con Estudiantes Mexicanos de Bachillerato. *Perspectiva Educativa, Formación de Profesores*, 55(1), 73-93.
- Lo Cascio, V. (1991). *Gramática de la argumentación*. Madrid: Alianza.
- Galagovsky, L., Bonan, L. & Adúriz-Bravo, A. (1998). Problemas con el lenguaje científico en el aula. Un análisis desde la observación de clases de ciencias naturales. *Revista Enseñanza de las Ciencias*. Barcelona, España. Proyecto de aula para la enseñanza de reacciones inorgánicas. p 10-45.
- García de Cajén, S., Domínguez Castiñeiras, J. M., & García-Rodeja Fernández, E. (2002). Razonamiento y argumentación en ciencias: diferentes puntos de vista en el currículo oficial. *Enseñanza de las Ciencias*, 20(2), 217-228.

- Garzón (2012) Incidencia de una secuencia didáctica de trabajo colaborativo con apoyo de TIC para el desarrollo de la argumentación en estudiantes del programa ciencias del deporte y la recreación de la Universidad Tecnológica de Pereira.
- González, Martínez y García (2014) El modelo de nutrición vegetal a través de la historia y su importancia para la enseñanza. Cádiz, España. Revista Eureka sobre la enseñanza y Divulgación de las Ciencias 11 (1), 2-12
- Guerra, D., & Pinzón, L. (2014). Implementación de una secuencia didáctica de enfoque discursivo interactivo, para el mejoramiento de la comprensión de textos argumentativos, en estudiantes de educación básica secundaria de la institución educativa Leocadio Salazar y la fundación Liceo Inglés.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2006). Metodología de la investigación (Vol. 3). México: McGraw-Hill. Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2006). Metodología de la investigación (Vol. 3). México: McGraw-Hill. p. 418
- Herrera, J. R., & Martín, M. A. C. (2013). La construcción discursiva del conocimiento científico en el aula. Educación y educadores, 16(1), 4.
- Jorba, Gómez y Prat (2000) Hablar y escribir para aprender: uso de la lengua en situación de enseñanza – aprendizaje desde las áreas curriculares. Editorial Síntesis p.25
- Larrota, O. y Montaña, A. (2012). La secuencia didáctica como estratégica en la enseñanza del ensayo argumentativo. Cuadernos de Lingüística Hispánica, (19), 199-217.
- Lehninger N, (2001) Principios de Bioquímica. Barcelona España. Editorial omega
- Lo Cascio, V. (1991). Gramática de la argumentación. Madrid: Alianza.

- Martín, B., Ángela, R., Mejía Cuenca, N. M., & Hernández Barbosa, R. (2013). La argumentación: de la retórica a la enseñanza de las ciencias. *Innovación educativa* (México, DF), 13(63), 17-39.
- Ministerio de Educación nacional. (1994). *Ley General de Educación*. P.4
- Orrego, Tamayo y Ruíz, (2016) *Unidades didácticas para la enseñanza de las ciencias*. Manizales Colombia. Editorial Universidad Autónoma de Manizales p. 35
- Ortega, F. J. R., Álzate, O. E. T., & Bargalló, C. M. (2015). La argumentación en clase de ciencias, un modelo para su enseñanza. *Educacao e pesquisa*, 41(3), 629-646.
- Pinochet, J. (2015). El modelo argumentativo de Toulmin y la educación en ciencias: una revisión argumentada. *Ciência & Educação* (Bauru), 21 (2), 307-327.
- Piñuel. (2002). Epistemología, metodología y técnicas del análisis de contenido. *Estudios de sociolingüística*, 3(1), 1-42.
- Revel Chion, A., Couló, A., Erdurán, S., Furman, M., Iglesia, P., & Adúriz-Bravo, A. (2005). Estudios sobre la enseñanza de la argumentación científica escolar. *Enseñanza de las Ciencias*, (Extra). P.3
- Ruiz O., F., & Tamayo A., Ó., & Márquez B., C. (2013). La enseñanza de la argumentación en ciencias: un proceso que requiere cambios en las concepciones epistemológicas, conceptuales, didácticas y en la estructura argumentativa de los docentes. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos* (Colombia), 9 (1), 29-52. P.33
- Saiz, C (2016) *Pensamiento Critico Conceptos básicos y actividades prácticas*. Editorial Pirámide, Madrid España. P.148

- Sánchez Mejía, L., & González Abril, J., & García Martínez, Á. (2013). La Argumentación En La Enseñanza De Las Ciencias. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos (Colombia)*, 9 (1), 11-28.
- Sánchez-Castaño, J. A., Castaño-Mejía, O. Y., & Tamayo-Álzate, O. E. (2015). La argumentación metacognitiva en el aula de ciencias. *Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales, Niñez y Juventud*, 13(2), 1153-1168.
- Sanmartí, N. (2000). El diseño de unidades didácticas. *Didáctica de las ciencias experimentales*, 239-276. P.3
- Sanmartí, N., Izquierdo, M., & García, P. (1999). Hablar y escribir. Una condición necesaria para aprender ciencias. *Cuadernos de pedagogía*, (281), 54-58. P.54
- Sanmartí, N.; Pipitone, C. y Sardá, A. (2009). Argumentación en clases de ciencias. *Enseñanza de las Ciencias, Número Extra VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias, Barcelona*, pp. 1709-1714  
<http://ensciencias.uab.es/congreso09/numeroextra/art-1709-1714.pdf> p. 2.
- Sardá, J. y Sanmartí, N. (2000) Enseñar a Argumentar Científicamente: un reto de las clases de ciencias, *enseñanza de las ciencias* p.408
- Strauss, A. L., Corbin, J., & Zimmerman, E. (2002). Bases de la investigación cualitativa: técnicas y procedimientos para desarrollar la teoría fundamentada (p. 341). Medellín: Universidad de Antioquia. P.19
- Tamayo Álzate, O. (2012). La argumentación como constituyente del pensamiento crítico en niños. *Hallazgos*, 9 (17), 211-233. P.226
- Tamayo Álzate, O. (2014). Pensamiento crítico dominio específico en la didáctica de las ciencias. *Tecné Episteme y Didaxis TED*, (36).

Tamayo, Cadavid y Dávila (2017). Los múltiples usos del lenguaje. Manizales Colombia. Editorial Universidad Autónoma de Manizales.

Tamayo, Vásco, Suárez, Quiceno, García y Giraldo (2011) La Clase Multimodal. Manizales Colombia. Editorial Universidad Autónoma de Manizales.

Tamayo, Zona y Loaiza (2016). Pensamiento Crítico en el Aula de Ciencias. Manizales Colombia: Editorial Universidad de Caldas.

Trazzi, P. y Oliveira, I. (2016). Photosynthesis And Cell-breathing Concepts Appropriation Process by Students in Biology Class. Ensaio Pesquisa em Educacao en Ciencias. Belo Horizonte.

Tyler, U. y Salinas (2007). Modelos Explicativos que Estructuran las Ideas de los Estudiantes en Física, Aportes, Resultados e Interpretaciones para el Aprendizaje del Empuje p6.

Velásquez, L (2011) Modelos explicativos sobre el concepto de nutrición en plantas en estudiantes de básica secundaria rural.

## 12 UNIDAD DIDÁCTICA

Nombre de la unidad: “La fotosíntesis, un sorprendente proceso digestivo en la planta”



Elaborada por: Katty Alexandra Trujillo López  
Ciclo de aprendizaje de Jorba y Sanmartí

### Objetivos

#### Objetivo general

- Identificar condiciones de cambio y equilibrio en las plantas, a través del proceso de fotosíntesis.

#### Objetivos específicos

- Promover procesos de autorregulación en los estudiantes.
- Fomentar el uso adecuado del lenguaje científico.

- Elevar los procesos argumentativos a través de técnicas de comunicación grupales y trabajo colaborativo/cooperativo.

**Asignatura:** Área de Ciencias Naturales y Educación Ambiental

**Grado escolar:** Grado sexto

**Temática:** La nutrición en las plantas

**Duración de la unidad:** 22 horas de clase

**Estándares básicos de competencias:**

**Nivel conceptual:**

- Explico las funciones de los seres vivos a partir de las relaciones entre diferentes sistemas y órganos.
- Comparo mecanismos de obtención de energía en los seres vivos.
- Establezco las adaptaciones de algunos seres vivos en ecosistemas de Colombia.
- Describo y relaciono los ciclos del agua, de algunos elementos y la energía en los ecosistemas.
- Justifico la importancia del agua en el sostenimiento de la vida.
- Explico la función del suelo como depósito de nutrientes.

**Nivel procedimental:**

- Formulo explicaciones posibles, con base en el conocimiento cotidiano, teorías y modelos científicos, para contestar preguntas.
- Registro mis observaciones y resultados utilizando esquemas, gráficos y tablas.
- Registro mis resultados en forma organizada y sin alteración alguna.
- Sustento mis respuestas con diferentes argumentos.
- Identifico y uso adecuadamente el lenguaje de las ciencias.

**Nivel actitudinal:**

- Escucho activamente a mis compañeros y compañeras, reconozco otros puntos de vista, los comparo con los míos y puedo modificar lo que pienso ante argumentos más sólidos.
- Cumpló mi función cuando trabajo en grupo y respeto las funciones de las demás personas.
- Identifico y acepto diferencias en las formas de vivir, pensar y solucionar problemas o aplicar conocimientos.
- Me informo para participar en debates sobre temas de interés general en ciencias.
- Respeto y cuido los seres vivos y objetos de mi entorno.

**Contexto de la experiencia:**

La presente unidad didáctica, pertenece al área de ciencias naturales y Educación Ambiental del nivel de básica secundaria, encaminada al tema de nutrición en plantas. Persigue desarrollar en los estudiantes del grado sexto de la Institución Educativa San Juan Bosco del municipio de Palermo Huila una estrategia didáctica dentro de los lineamientos curriculares del ministerio de educación nacional (MEN).

Pretende, que los estudiantes generen una visión sobre la importancia de las plantas como organismos autótrofos, transformadoras de energía y su aporte en el ecosistema. Se incorpora las formas del lenguaje científico para entender situaciones cotidianas y generar un pensamiento crítico y reflexivo sobre el papel que desempeñan las plantas en el planeta tierra. Se espera que el estudiante pueda identificar las condiciones de cambio y equilibrio en los procesos de nutrición en las plantas, para ello se ha organizado como estrategia una unidad didáctica dentro del ciclo de aprendizaje de Jorba y Sanmartí, (1996) que posibilite el desarrollo de la habilidad argumentativa en la toma de decisiones.

De igual manera se da importancia a los procesos relacionados con la autorregulación del aprendizaje. Por ello se incluyen actividades relacionadas con los procesos metacognitivos que buscan que los estudiantes elaboren propuestas sobre el desarrollo de la tarea, evaluación y reflexión de la misma.

El trabajo que se propone desarrollar con los estudiantes de grado sexto; es de dinámica de grupo para favorecer los procesos argumentativos como lo son el trabajo en pequeños grupos, los cuales favorecen la discusión y la toma de posturas en las actividades a desarrollar. A la vez que también favorece, el debate, la participación y toma de posturas.

### **Diseño de la experiencia.**

La unidad didáctica consta de 13 actividades enmarcadas en las cuatro etapas del ciclo de aprendizaje de Jorba y Sanmartí, (1996). En este ciclo se integra también los procesos de evaluación, regulación y autorregulación de los aprendizajes.

Se presenta un esquema de síntesis de la unidad didáctica con toda la estructura global, además de las actividades a desarrollar enmarcadas como anexos. Descripción de las fases:

### **Fase I: Exploración de conocimientos previos**

#### **Objetivos fase I:**

- ❖ Identificar los posibles modelos explicativos iniciales que tienen los estudiantes de grado sexto sobre la nutrición en las plantas.
- ❖ Reconocer en una problemática ambiental la importancia de las plantas como actividad motivadora.

#### **Subtemas:**

A través de la actividad motivadora los estudiantes recuerdan conceptos básicos adquiridos:

- ❖ Describe el ambiente donde viven las plantas.
- ❖ Relaciona la vida del ser humano con las plantas.
- ❖ Reconoce que plantas pertenecen al reino vegetal y se caracterizan por tener un tipo de célula “vegetal”.

**Tiempo de duración de la fase:** 4 horas clase de 60 minutos cada una.

#### **Actividades y tareas:**

Actividad inicial:

Saludo de bienvenida y motivación a la clase.

Pregunta orientadora del proceso: ¿En qué favorece la biodiversidad vegetal a Colombia?

Video “Biodiversidad en Colombia” <https://www.youtube.com/watch?v=TRKf79WZxUw>.

Actividad de desarrollo:

- ❖ Se les pregunta a los estudiantes que entienden por biodiversidad, se dará la participación para escribir los aportes en el tablero. Luego se hará un juego de clasificación de plantas de acuerdo a diferentes características para valorar el trabajo en grupo y el concepto sobre biodiversidad. Ver anexo 1.
- ❖ Se tiene en cuenta la clasificación de las plantas en el reino vegetal y tipo de célula con un pequeño video. “las plantas en el reino vegetal”. Elaboración propia”.
- ❖ Se le dará a cada estudiante una lectura: “Adivina, adivinador, ¿Qué región de Colombia lo tiene todo?”

Posteriormente se les pide a los estudiantes que compartan las apreciaciones de la lectura en el grupo que están y escriban lo que más les gustó de la lectura. Que sabían y que no conocían de lo que cuenta la lectura. Socialización de las preguntas sugeridas en la actividad.

Finalmente se llega a consensos sobre lo que nos quiso dar a entender la lectura socializando en gran grupo y respondiendo a las preguntas sugeridas por la docente.

(proceso argumentativo).

Actividad de cierre:

Se aplicará un cuestionario sobre modelos explicativos iniciales del concepto de nutrición en plantas.

### **Materiales, insumos y recursos:**

Los recursos que se necesitan para la actividad son: la impresión de la lectura, las imágenes para la clasificación de las características de las plantas, video-beam para la proyección del video y preguntas, tablero para registrar las observaciones de los estudiantes. Cuestionario de lápiz y papel para el instrumento inicial sobre posibles modelos explicativos del concepto de nutrición en plantas.

### **Evaluación de los aprendizajes:**

Según Joba y Sanmartí, 1995; se evaluará la actividad con una rúbrica que tendrá en cuenta la participación de los estudiantes, el trabajo en equipo, la toma de datos, análisis., interpretación, la argumentación. Esta servirá como coevaluación y heteroevaluación del trabajo realizado en clase.

De igual manera se tendrá en cuenta el instrumento inicial.

### **Técnicas e instrumentos de recolección de información:**

La información sobre modelos explicativos del concepto de nutrición en plantas y niveles argumentativos se dará por un cuestionario de lápiz y papel.

### **Fase II: de introducción de nuevos conocimientos**

#### **Objetivos Fase II**

- ❖ Identificar organismos de su entorno los clasifica usando gráficos, tablas y otras representaciones siguiendo claves taxonómicas simples.
- ❖ Clasificar las plantas de acuerdo a su reino, tipo de célula, partes y funciones.
- ❖ Explicar desde la biodiversidad de especies vegetales la importancia de las plantas en el planeta.

- ❖ Generar procesos argumentativos.
- ❖ Fomentar el lenguaje científico.
- ❖ Establecer condiciones de adaptabilidad de las plantas.
- ❖ Reconocer la nutrición de las plantas.
- ❖ Explicar el proceso de fotosíntesis como etapa del metabolismo de la planta y por consiguiente de su nutrición.

**Subtemas:**

Conocimiento científico básico: Inmerso en éste se llevará a los estudiantes por los diferentes modelos explicativos del concepto de nutrición en plantas.

- ❖ Las partes de las plantas.
- ❖ Organización de los seres vivos.
- ❖ El suelo como depósito de nutrientes. (Diferenciar modelo edáfico de la planta)
- ❖ El agua, molécula fundamental para la vida en el planeta. (Diferenciar modelo de transmutación en la planta).
- ❖ El oxígeno y del carbono. (Diferenciar modelo flogisto de la planta).
- ❖ Las plantas que viven en diferentes ambientes.
- ❖ La fotosíntesis como proceso de nutrición en las plantas. (Diferenciar el modelo precientífico molecular de la planta.
- ❖ El oxígeno y del carbono. (Diferenciar modelo flogisto de la planta).
- ❖ Las plantas que viven en diferentes ambientes.

- ❖ La fotosíntesis como proceso de nutrición en las plantas. (Diferenciar el modelo precientífico molecular de la planta.

### **Actividades y tareas:**

Actividad inicial:

Saludo de bienvenida y motivación a la clase.

Pregunta orientadora del proceso: ¿En qué favorece la biodiversidad vegetal a Colombia?

Juego interactivo: Jugando con las plantas.

Actividades de desarrollo:

- ❖ Se llevará a los estudiantes al parque de las carretillas ubicado en la misma Institución educativa. Se les pedirá que observen y registren mediante un dibujo señalando las partes de las plantas que observa y escriba el nombre de cada una de las plantas que dibujo. Describir características de las mismas como forma de las hojas, coloración de las partes entre otras que serán definidas por ellos mismos a partir de su motivación y curiosidad.
- ❖ Luego se regresa al salón de clase, se ubican en pequeños grupos, se les pide que comparen los dibujos y descripciones de sus compañeros y saquen conclusiones. luego se les indaga por el trabajo realizado de socialización y consenso. Posteriormente se trabaja con imágenes y conceptos de las partes de la planta para que los estudiantes las organicen. Esto se realiza en el tablero para generar participación.
- ❖ Después se le pasa a cada grupo una imagen que contiene dos fotos. Una planta del desierto y una del bosque. Esto para generar el proceso argumentativo: ¿Las plantas que observas tienen las mismas estructuras que componen la planta? Argumenta. (1 hora clase)
- ❖ Después de la anterior actividad se les da una lectura “viaje al centro de la tierra” Ver anexo 4. (2 horas clase)
- ❖ Se socializa en pequeños grupos y luego ante el grupo.

- ❖ Lectura importancia del agua en la planta. Anexo 5 (2 horas clase)
- ❖ Exponer argumentos sobre la planta de frijol sembrada y luego revisar la lectura las funciones de los órganos de las plantas. Anexo 6.
- ❖ Lectura y desarrollo de actividades sobre los tipos de nutrición en las plantas. Anexo 6 (2 horas de clase)
- ❖ proceso de fotosíntesis en la planta como seres autótrofos y productores de energía para los ecosistemas. Anexo 7 (2 horas clase)
- ❖ Relación entre diferentes tipos en plantas y su nutrición. Anexo 8 (2 horas clase).
- ❖ Proceso fotosintético de la planta en términos de metabolismo y nutrición en plantas vasculares. Anexo 9 (2 horas de clase)

#### **Materiales, insumos y recursos:**

Los recursos que se necesitan para estas clases: Parque de las carretillas, cuaderno de apuntes y cartuchera para la elaboración de los dibujos, dos imágenes por grupo de las plantas de desierto y de bosque, una fotocopia de la lectura del anexo 4, 5, 6, 7, 8, 9.

#### **Evaluación de los aprendizajes:**

Según Joba y Sanmartí, 1995; se evaluará la actividad con una rúbrica que tendrá en cuenta la participación de los estudiantes, el trabajo en equipo, la toma de datos, análisis., interpretación, la argumentación. Esta servirá como coevaluación y heteroevaluación del trabajo realizado en clase.

#### **Técnicas e instrumentos de recolección de información:**

La técnica de recolección de datos será el cuaderno de los estudiantes. (portafolio).

Técnica: Entrevista.

Debate.

Instrumento: Cuestionario.

### **Fase III: Estructuración y síntesis:**

#### **Objetivos Fase III**

- ❖ Mostrar un nivel de abstracción mayor sobre el conocimiento de la nutrición en plantas.
- ❖ Demostrar experimentalmente el proceso de fotosíntesis y sus productos.
- ❖ Desarrollar una percepción útil sobre el conocimiento de la nutrición en plantas.
- ❖ Aplicar destrezas de tipo cognitivo (habilidad de análisis y síntesis) y lingüísticas (uso del lenguaje científico).

#### **Subtemas:**

- ❖ Aplicar conocimiento sobre nutrición en las plantas.
- ❖ Aplicar conocimiento sobre la fotosíntesis.

**Tiempo de duración de la fase:** 6 horas clase de 60 minutos cada una.

#### **Actividades y tareas:**

Se plantea una actividad de aplicación de conocimiento anexo 10 y se plantean dos experiencias de laboratorio en las cuales los estudiantes deberán poner en práctica los conocimientos vistos y comprobar el fenómeno. Ver anexos 11 y 12.

#### **Materiales, insumos y recursos:**

Los descritos en los anexos 10 de aplicación de conocimiento, anexo 11 y 12 además del espacio de laboratorio de química.

### **Evaluación de los aprendizajes:**

Según Joba y Sanmartí, 1995; se evaluará la actividad con una rúbrica que tendrá en cuenta la participación de los estudiantes, el trabajo en equipo, la toma de datos, análisis., interpretación, la argumentación. Esta servirá como coevaluación y heteroevaluación del trabajo realizado en clase.

### **Técnicas e instrumentos de recolección de información:**

La técnica de recolección de datos será el cuaderno de los estudiantes. (portafolio).

Técnica: Entrevista.

Debate.

Instrumento: Cuestionario.

### **Fase IV: Aplicación y generalización:**

#### **Objetivos Fase IV:**

- ❖ Transferir y aplicar a otras situaciones relacionadas con los productos de secreción de las plantas a nivel de la industria, la agricultura y la medicina.
- ❖ Promover la resolución de problemas, la toma de decisiones, y la participación en la comunidad.
- ❖ Tomar conciencias y utilidad de lo aprendido.

#### **Subtemas:**

- ❖ Transferir conocimiento sobre nutrición en las plantas en diferentes situaciones.

**Tiempo de duración de la fase:** 2 horas clase de 60 minutos cada una.

#### **Actividades y tareas:**

- ❖ Se plantean dos experiencias de laboratorio en las cuales los estudiantes deberán poner en práctica los conocimientos vistos y comprobar el fenómeno. Ver anexos 13.

**Materiales, insumos y recursos:**

Los descritos en el anexo 13.

**Evaluación de los aprendizajes:**

Según Joba y Sanmartí, 1995; se evaluará la actividad con una rúbrica que tendrá en cuenta la participación de los estudiantes, el trabajo en equipo, la toma de datos, análisis., interpretación, la argumentación. Esta servirá como coevaluación y heteroevaluación del trabajo realizado en clase.

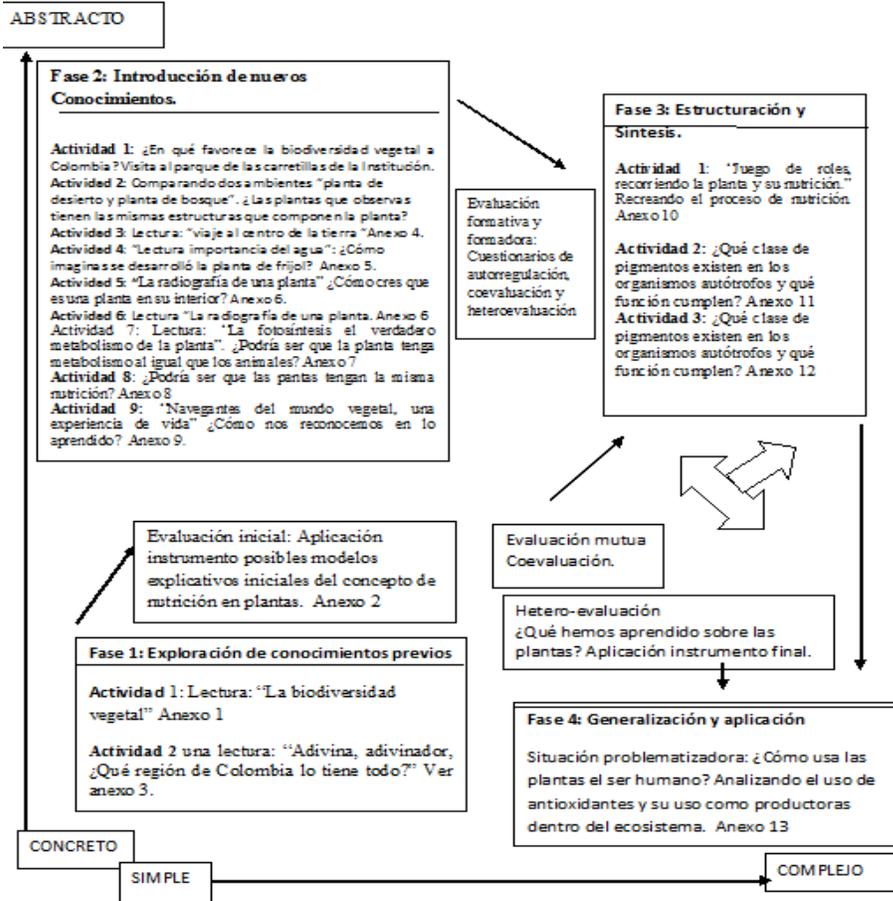
**Duración en tiempo global de las actividades:** 2 horas clase de 60 minutos cada una.

**Técnicas e instrumentos de recolección de información:**

- ❖ La técnica de recolección de datos será el cuaderno de los estudiantes. (portafolio).
- ❖ Técnica: Entrevista.
- ❖ Debate.
- ❖ Instrumento: Cuestionario.

UNIDAD DIDACTICA

“La fotosíntesis, un sorprendente proceso digestivo en la planta”



## ANEXOS

### Anexo A. Actividad “LA BIODIVERSIDAD VEGETAL”

Actividad inicial: Saludo de bienvenida y motivación a la clase.

Objetivo:

Nivel conceptual:

- Recordar conocimientos básicos y experiencias vividas sobre las plantas.
- Identificar los niveles argumentativos y los posibles modelos explicativos iniciales que tienen los estudiantes de grado sexto sobre el concepto de nutrición en plantas.

Nivel procedimental y actitudinal: Los propuestos para la unidad.

Tiempo previsto: 120 minutos (2horas clase)

Pregunta generadora: ¿somos iguales o somos diferentes?

Desarrollo de la actividad 1: La actividad consiste en primer lugar en determinar las diferencias y semejanzas que existen entre nosotros. Jugamos a "Me gusta mi vecino que ...". El grupo, sentado en sillas, se coloca en círculo alrededor de una persona que se queda de pie en el centro. Esta persona empieza el juego diciendo: "Me gusta mi vecino que ..." y completa la frase con una característica personal, como "tiene los ojos marrones" o "tiene el pelo largo". Los alumnos y alumnas que poseen esta característica tienen que levantarse y cambiar de sitio rápidamente dentro del círculo. La última persona en sentarse se queda en el centro. Como conclusión a este juego, hacemos otro: "Somos diferentes" que consiste en que cada alumno o alumna, por turnos dentro del círculo, debe decir una cosa que le diferencia de la persona que tiene a su derecha. Después de los juegos, se realiza una puesta en común. A través de los juegos, hemos visto que los humanos tenemos muchas características en común y, sin embargo, existen muchas diferencias entre cada uno de nosotros.

Ahora la docente les pregunta: ¿Lo mismo se puede decir de las plantas? Vamos a pensar un poco en los tipos de plantas que hay ¿Cuáles conocemos?: Para ello se les pide a los estudiantes organizarse en pequeños grupos y organizar una tabla de datos como, por ejemplo, clasificar de acuerdo a su tamaño, (Árboles, arbustos, hierba), de acuerdo a la forma de las hojas, si tienen flores o no, el color de las flores, de acuerdo al tipo de célula, reino al que pertenecen etc. Luego de revisar la docente el trabajo de clasificación realizada en pequeños grupos, les pide que socialicen.



Luego se les pide contestar las siguientes preguntas en el cuaderno:

- ¿Todas las plantas viven en los mismos sitios? Explica
- ¿Pueden vivir todas las plantas en los mismos lugares?
- ¿Encuentras diferencia en el paisaje de la vía Palermo a Neiva? Justifica.

Tomado y adaptado de:

<http://www.juntadeandalucia.es/educacion/portals/delegate/content/db1c4042-d408-4e80-af40-c27e5b0e399b>.

Pregunta generadora: ¿En qué favorece la biodiversidad vegetal a Colombia?

Desarrollo actividad 2: Se observa el video “Biodiversidad en Colombia” Link:

<https://www.youtube.com/watch?v=TRKf79WZxUw>

Responder según lo observado en el video explicando cada una de las siguientes preguntas:

- ¿Qué nos quiere decir el autor del video? Explica
- ¿Cómo describirías los trópicos? Explica
- ¿Cómo describirías los paisajes que tiene Colombia? Explica
- El video nos menciona que Colombia es un país megadiverso. ¿por qué? Explica

- ¿Cómo conseguimos los habitantes de Palermo el sustento para vivir?

Conclusión a la que deberán llegar los estudiantes con la cooperación de la docente:

La comunidad de seres vivos cuyos procesos vitales se relacionan entre sí y se desarrollan en función de los factores físicos de un mismo ambiente van a formar un ecosistema. Se trata de un sistema complejo, como un bosque, un río o un lago, formando una trama de elementos físicos y biológicos. Proporcionan alimento y energía a los diferentes seres vivos, y que todo se origina de los productores “Las plantas”. Para recordar el concepto de productor la docente recuerda a los chicos los conceptos de célula vegetal, autótrofo, y reino vegetal. Y les pide escribir los conceptos mediante un cuadro comparativo después de ver el video <https://www.youtube.com/watch?v=EKuvRnjWJnw> así:

Reino Vegetal	Organismos autótrofos	Célula Vegetal

Aquí se debe colocar la referencia del concepto y recrearlo con una imagen. Luego el estudiante argumentará sobre la importancia de estos conceptos para la vida en la tierra.

Pregunta generadora: ¿Qué conocemos al interior de las plantas?

Desarrollo de la actividad 3: Responder el cuestionario de posibles modelos explicativos iniciales de los estudiantes sobre el concepto de nutrición en plantas.

Ver anexo 2 “instrumento inicial”

Anexo B. Actividad cuestionario inicial

Nombre del estudiante: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_ Grado:

Objetivo del estudio de la investigación: Identificación de niveles argumentativos y modelos explicativos sobre la nutrición en plantas.

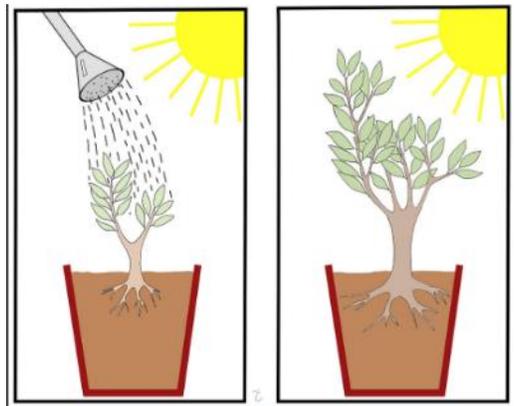
Introducción:

El siguiente es un instrumento para indagar modelos explicativos y la habilidad argumentativa. Estos modelos se basan en las experiencias vividas y construidas por ustedes a lo largo de su vida. Se presentan una serie de planteamientos en los cuales puedes dar explicación de manera espontánea y clara. Las respuestas las escriben de acuerdo a lo que piensas, de forma muy ordenada y consciente.

Lee atentamente la siguiente situación y luego responde las preguntas:

Lectura:

Hasta hace aproximadamente 400 años, los observadores del mundo biológico, notando que los procesos vitales de los animales dependían del alimento que ingerían, pensaban que las plantas tomaban su alimento del suelo de un modo similar. Este concepto fue ampliamente aceptado hasta que un médico belga, llamado Jan Baptista van Helmont (1577- 1644) ofreció la primera evidencia experimental en contra. Van Helmont contó su



experiencia: “Tomé una maceta, en la cual coloqué 90.7 kg de tierra que había secado en un horno, la humedecí con agua de lluvia y sembré en ella el tronco o tallo de un árbol de sauce que pesaba 2.30 kg. Cuando era necesario, siempre humedecí la tierra... ( )... Cubrí los bordes de la maceta con una placa de hierro y plomo y con muchos huecos. No computé el peso de las hojas que fueron cayendo durante cuatro otoños. Luego de 5 años volví a pesar la planta y la tierra.

Finalmente, después de 5 años de cuidados, el árbol había crecido y pesaba 76.74 kg. Al final, saqué de nuevo la tierra que había en la maceta y encontré los mismos 90.7 kg, faltando unos 5 g. Por lo tanto, 74.5 kg de madera y corteza se formaron solamente con agua.”

1. ¿Qué crees que pasó cuando, 5 años después Van Helmont, pesó la planta y la tierra?

---

---

---

---

---

---

2. ¿A qué le atribuyes lo sucedido?

---

---

---

---

---

3. ¿Qué opinas de las conclusiones de Van Helmont? ¿Por qué?

---

---

---

---

4. ¿De qué crees tú que vive la planta? Explica

---

---

---

---

5. De acuerdo con los datos de peso de la planta ¿cómo cambiaron estos valores y que características le permitieron a la planta crecer?

---

---

---

---

---

6. Elabora un dibujo donde expliques que condiciones crees que tiene en cuenta la planta para su crecimiento.



---

---

---

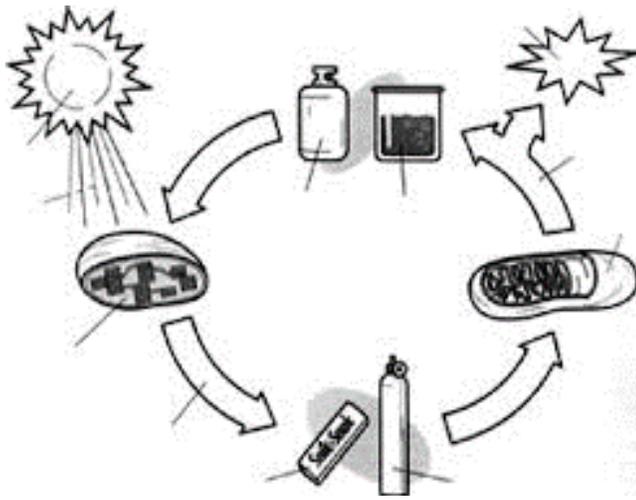
---

7. ¿Consideras que hay relación entre las plantas, los animales y el ambiente? Explica tu respuesta.

---

---

8. ¿Cómo explicarías la siguiente imagen y a qué proceso crees que corresponde?



---

---

---

Tomado y adaptado: Rodríguez, L. (Ed.). (2013). Los caminos del saber CIENCIAS 6.  
Bogotá. Colombia: Editorial Santillana, p. 107

## Anexo C. “¿Dónde estás?”

Actividad inicial: Saludo de bienvenida y motivación a la clase.

Objetivos específicos:

Nivel conceptual:

- Favorecer el conocimiento de la composición de nuestro planeta y su diversidad biológica.
- Reflexionar sobre las condiciones ambientales necesarias para el desarrollo de la vida.
- Entender que el suelo fértil es un recurso muy escaso.

Nivel procedimental y actitudinal: Los propuestos para la unidad.

Tiempo previsto: 120 minutos (2horas clase)

Comentario del docente:

La vida se distribuye en millones de especies. Cada una desempeña un papel único en relación con el conjunto. Muchas de ellas se concentran sobre la superficie terrestre donde el milagro de la vida se hace patente. Esta actividad consta de dos partes diseñadas para ayudar a los estudiantes a entender cómo la diversidad de vida se concentra en una pequeña porción de nuestro planeta y cómo la mayoría de los recursos vegetales que produce la Tierra (a excepción de las algas) se producen en una aún más mínima porción del planeta (el suelo fértil).

Desarrollo de la actividad 1.

Pregunta generadora: ¿Qué región del país tiene todos los ecosistemas?

Los estudiantes trabajaran de forma individual en la lectura y luego en pequeños grupos la lectura: “Adivina, adivinador, ¿Qué región de Colombia lo tiene todo?, donde debatirán sobre su contenido de acuerdo al cuestionario.

Lectura: “Adivina, adivinador, ¿Qué región de Colombia lo tiene todo?”

No olvidaré la noche en que encontré a papá Sesé concentrado trabajando sobre su mesa. Pensé que trataba de armar algo parecido a un rompecabezas. Estaba tan ensimismado que no me hizo caso.

Sobre la mesa tenía un croquis de Colombia pintado en cartulina; al lado, unas piezas. Eran como pedacitos de paisaje: unos árboles, otros como montañas de nieve, otros como valles de arena...Traté de armar mentalmente aquel rompecabezas, pero no le encontré ninguna forma. Las fichas no encajaban unas con otras. Permanecí un rato en silencio pensando qué estaría pensando mi abuelo.

Siéntate – me dijo finalmente, como aceptando por fin mi presencia -. Adivina, adivinador – añadió -, ¿Qué región de Colombia tiene un poquito de selva, un poquito de montaña, otro de páramo, de nevado, de pantano, de desierto, de costas, ciénagas y sabanas? ¿Cuál es?

La adivinanza del viejo me tomó por sorpresa. Por eso me demoré unos minutos para responder.

La amazonia no es – Contesté -. El pacífico tampoco, porque allí no hay páramos ni nevados. La zona andina tiene páramos, nevados, selva... ¿y desiertos? ¿Desiertos? Me quedé pensativo.

Te voy a ayudar – me dijo mi abuelo-. No es la zona andina, aunque allí hay varios desiertos: recuerda que algún día te hablé del desierto de la Tatacoa un lugar mágico en el Huila, y de otro desierto cercano a Villa de Leiva, en Boyacá. Pero Fíjate: no

es la región andina, porque allí no hay costas, tampoco la Orinoquía, pues ésta únicamente es una inmensa sabana. Entonces, la zona que lo tiene todo es... ¿es? ¡El Caribe! – grité feliz, aunque sabía que había adivinado con trampa. Era la única región que quedaba por citar.

Bien, bien, - Exclamó Papá Sesé, dándome una palmadita en la espalda-. Tengo todo preparado para jugar a armar el rompecabezas del caribe.

Aquí tengo retazos de paisajes de toda Colombia – agregó mostrándome las piezas de cartulina -. Ahora, coloquemoslas en este croquis. Bien al norte, pongamos un desierto: La Guajira.

Sueña por un momento con un lugar donde hace mucho calor y no se puede ir a un río o a un arroyo a recoger el agua o a refrescarse. En la alta Guajira no corren ríos ni quebradas permanentes. Y cuando llueve, el agua no alcanza siquiera a empapar toda la tierra. Por eso, los guajiros aprenden a desenterrar las aguas subterráneas.

Una planta distinta a las que comúnmente crecen en el desierto, o un poco de humedad en la arena son las señales que les indican que debajo hay agua. Por su escasez, los guajiros no son agricultores sino pastores de cabras y ovejas. Además, su tierra es rica en minerales: yeso, sal, gas, carbón.

En el croquis, sobre la costa de la Guajira, Papá Sesé escribió un nombre: Manaure. Al lado, dibujó una mujer vestida con una larga manta, que empujaba una carretilla repleta de sal.

Desde hace muchos años -relató mi abuelo-, los indígenas wayuús han explotado la sal del mar. En la época de ‘‘ cosecha ’’, enero y agosto, llegaban a Manaure miles de indígenas para trabajar en las charcas, donde almacenaban el agua salada. Hoy van pocos. Ellos dicen que unos ‘‘ arijunas ’’, así llaman a los que no son de su raza, los empezaron a engañar hasta que les quitaron su sal.

Retomando el mapa, mi abuelo escribió otro nombre: bahía Portete.

Hoy atracan allí grandes buques. Enormes grúas los cargaban de carbón, extraído de unas de las minas más grandes del mundo: El Cerrejón.

Bueno, ya tenemos desierto. ¿Qué colocamos ahora? – preguntó el viejo.

Me quedé pensativo. Miré el mapa en relieve y dije:

¡La montaña!

Muy bien, muy bien – comentó mi abuelo -. Entonces pongamos primero las montañas pequeñas. Tomó varias piezas con forma de montaña y las colocó en la Guajira.

Son pequeñas – dijo -. Creo que no llegan a los 1000 metros de altura. Tienen nombres indígenas: Macuira, Jarará, Prarash, Cosinas...

Ahora viene la sorpresa, ¡prepárate! – dijo con una inmensa sonrisa-. ¿Sabes que en Colombia está la montaña más alta del mundo cerca al mar? Te lo había dicho, ¿verdad? Pues así es. La montaña costera más alta del mundo...es... ¡la Sierra Nevada de Santa Marta! Es una montaña completa. Tiene todos los paisajes, todos los climas. Surge casi del hecho del mar, en medio del calor, la humedad y la selva. Sube y sube hasta terminar cubierta de nieve en los picos más altos del país: El Simón bolívar y el Cristóbal Colón. Miden 5.765 y 5.770 metros de altura. La Sierra es una verdadera fábrica de agua. De allí bajan de los ríos que alimentan la costa.

La sierra es una maravilla- prosiguió mi abuelo-. Cuando llegaron los españoles, la encontraron llena de poblados unidos por senderos de piedras. Allí vivían los Tayronas. “los de “arriba” cultivan la tierra, los de “abajo”, se dedican a sacar los deliciosos frutos del mar. Luego cambian maíz por peces, o sal por algodón.

En esta “Montaña mágica” habitan todavía los indígenas Kogis, arsarios, kankuamos. Los kogis y arhuacos construyen pueblos de casa redondas y en medio levantan casa mucho

más grande. Es la casa de ceremonias, su templo.

Nabusimake – continuó el viejo- , la capital de los arhuacos, a la que los capuchinos bautizaron con el nombre de san Sebastián de Rábago, es uno de los pueblos más bellos de Colombia.

En esta pirámide montañosa de tres caras está Ciudad Perdida, ciudad Tayrona que permaneció escondida bajo un manto de vegetación durante siglos. Los arqueólogos, no hace mucho, descubrieron 160 terrazas construidas de filas de piedra y roca de varios tamaños. Los antiguos construyeron terrazas como sistema de control de aguas de lluvias.

cuando visité por primera vez -siguió mi abuelo adaptando un tono solemne-, me sorprendió el concierto de sonidos que acompañan el amanecer. Se repite en la tarde cuando el sol empieza a apagarse. La inician los monos aulladores con su ulular que se confunde con el sonido de miles de

Árboles movidos por los vientos furibundos.

Guardó silencio. Supe que recordaba su último viaje del que lo vi regresar conmovido: vio, los filos de las montañas, a los Mamos – sacerdotes indígenas- mambeando coca, y meditando para acumular fuerza espiritual que les permita establecer comunicación con los padre y madres de la naturaleza. Con este trabajo espiritual ayudan a ‘ ‘ revegetar’ ’ la sierra, pues ya ha perdido muchos bosques y ríos. Ahora continuemos. Ya tenemos desierto, montaña... ¿Te parece que coloquemos ahora la selva?

Asentí con un movimiento de cabeza. Estaba fascinado con el juego.

-Ya

Colocamos un retazo de ella en la Sierra Nevada. Ahora ubiquemos otro pedazo de selva aquí- dijo y señaló la costa colombiana cerca de Panamá. En esa entrada profunda que forma allí el mar colocó un nombre: golfo de Urabá.

Este es el golfo más grande de Colombia. Aguas son oscuras y traicioneras. Por eso los marineros temen navegar por él. Una orilla del golfo pertenece al Chocó y es selvática. La

otra orilla es de Antioquia y está cubierta, como si fuera un inmenso tapete verde, de cultivos de banano. Frente a sus costas fondean barcos que salen cargados de banano a países tan lejanos como Arabia, Etiopía, Líbano, Túnez, Holanda, Suecia...

Pero hay otros paisajes en el caribe -anuncio mi abuelo-. Al sur de los departamentos de Bolívar, Magdalena, Sucre y César existe una zona muy caliente, húmeda y pantanosa. Se inunda siempre que llega el invierno y se desborda el río Magdalena. Cruzan tantos ríos y caños por allí, y hay tantas ciénagas, que parece que en el lugar existieran solo islas.

Allí confluyen los ríos Cauca, San Jorge y César, este último a través de la ciénaga de Zapatosa. Se conoce como la depresión Momposina.

La región más importante de esta región es Magangué. En este puesto sobre el Magdalena se comercian el arroz y el ganado de las llanuras; las hamacas de Morroa, tan anchas que les cabe una familia entera, y unos tabacos tan largos, que los campesinos los usan para medir las jornadas de los caminos.

Cerca de Magangué – Prosiguió -, se halla otro de los pueblos más bellos de Colombia: Mompós. Sus casas coloniales son grandes y blancas de amplios patios llenos de flores. Todavía se encuentran en sus talleres hombres llenos de paciencias que tejen a mano el oro.

Bien, bien – dijo Papá Sesé haciendo una pausa en su relato -. Aun nos faltan las sabanas. En ellas hay inmensas fincas ganaderas, bananeras... y ciudades como Montería, Sincelejo, Valledupar, Codazzi, Fundación...

Hasta la década de los 80, había grandes cultivos de algodón. Éstos han disminuido y han aumentado los cultivos de palma africana y sorgo. Hay también ñame, yuca, arroz, ajonjolí... en algunos sitios la explotación minera desplazó a la agricultura.

Hace años, en agosto, época de recolección de algodón, llegaban a esas llanuras hombres y mujeres de toda Colombia: Los andariegos. Se amarraban un trapo blanco en la cabeza para protegerse del sol, y con un talego colgado en la cintura se internaban en los cultivos para

atrapar los copos blancos de algodón. – Ellos iban por el país, de cosecha en cosecha. En agosto recogían el algodón de la costa, en mayo y octubre el café de caldas, Risaralda, Quindío y Huila y el arroz y sorgo del Tolima y Huila, en junio y noviembre.

¿Y Cartagena, abuelo? – Le pregunté extrañado de que se hubiera olvidado de un lugar tan bello.

Está bien, ahora coloquemos las grandes ciudades. Primero Barranquilla, el puerto más importante de nuestro Caribe, un alegre y activo centro industrial. Sus hijos la llaman cariñosamente “La arenosa” o “Curramba la Bella”. Por sus muelles corrió el progreso. En sus cielos voló por primera vez un avión en Colombia.

El viejo colocó el nombre en el mapa y pintó unas chimeneas cerca.

Santa Marta es la ciudad del país donde llueve menos. ¡La Sierra Nevada la protege de los aguaceros! Sobre sus calles casi siempre sopla una fresca brisa. Sus playas son preciosas, de arenas blancas y doradas, entre bosques salvajes. Pero hay que tener cuidado con las corrientes y las olas que son muy fuertes en verano.

Y ahora, para que no te inquietes, ubicaremos a Cartagena, con sus playas y su ciudad amurallada. Es el sitio de Colombia más visitado por los turistas.

Yo quería dar por terminado el juego e intenté pararme. Estaba contento, pero un poco cansado.

Espera – me dijo Papá Sesé tomándome del brazo -. Deja tu impaciencia, solo nos faltan unos huequitos...

Efectivamente, había unos claros en el croquis. Entonces el viejo pintó, cerca de Santa Marta, algo semejante a una gran laguna.

Ésta es la ciénaga Granda de Santa Marta – Me explicó. Dentro de la laguna pintó una casa con patas-. Allí hay pueblos que crecen en el agua – siguió contándome -.

Las casas de Nueva Venecia, Trojas de Cataca y Buena Vista, pueblos lacustres, están montadas en zancos. Las calles son de agua y para ir de un lugar a otro no hay que caminar, sino montar en canoas y remar.

Los niños aprenden desde los dos años a manejar sus pequeñas embarcaciones. Nadar es muy importante para ellos. Como no tienen potreros para jugar fútbol, sus canchas son las playas de ciénaga. Allí se inventan muchos juegos...

Según un geólogo muy importante la ciénaga Grande es el vestigio de una antigua bahía que entraba en el continente y el río Magdalena rellenó.

Entre la Ciénaga Grande y el río Magdalena hay gran cantidad de pequeñas ciénagas que se comunican por caños. Forman un complejo lagunar enmarcado por el mar, la Sierra Nevada y el Magdalena. Cuando se viaja entre Barranquilla y Santa Marta un tramo de carretera se hace teniendo a un lado el mar y al otro, la ciénaga.

Mi abuelo calló durante unos minutos. Estaba como pensativo.

Olvidaba algo -dijo cortando su silencio-. Cerca de Cartagena hay varios pueblitos: Ovejas, Zambrano, Carmen de Bolívar. El cultivo tradicional de esta zona ha sido el tabaco negro.

Mi abuelo escribió todos estos nombres. Miré el mapa. Ahora sí estaba terminando. Dentro del croquis aparecían ahora La Guajira, Bolívar, Magdalena, Atlántico, Córdoba, Sucre y Cesar. Creo que este es uno de los más bellos dibujos que hizo Papá Sesé. Yo lo conservo como el más preciado de los recuerdos.

Tomado de: Lozano, P. (2012). *Colombia, mi abuelo y yo*. Bogotá, Colombia: Editorial Panamericana.p.148

Cuestionario:

A. PROCESO METAGONITIVO DE REGULACIÓN: Para la siguiente actividad organiza una tabla para responder:

**PLANEACIÓN:** Después de entender la actividad y antes de empezar a leer y desarrollar el cuestionario organiza en una tabla un plan para llevar a cabo las tareas propuestas por pasos, mínimo 5.

**MONITOREO:** Describe durante el proceso las dificultades y obstáculos que encuentra mientras resuelves la actividad: ¿Explica el por qué?

**EVALUACIÓN:** ¿Por qué crees que las respuestas que desarrollo son correctas? Ahora si luego de terminada la actividad, alguna respuesta no está correcta, ¿Cómo la puede mejorar? Toma todos los registros en el cuaderno.

#### ACTIVIDADES A DESARROLLAR:

- B. Subraya las ideas principales dentro del texto. Escríbelas en el cuaderno.
- C. Resalta con color diferente al anterior ejercicio las palabras nuevas. De las cuales menciona cuales crees se relacionan con la formación de los ecosistemas, para ello debes buscar su significado primero.
- D. Después de realizaba la lectura piensa y escribe ¿Cómo puede ser que Colombia tenga tantos lugares maravillosos? ¿Son estos lugares generadores de vida? Argumenta.
- E. ¿Cómo podrías comparar el desarrollo de la región caribe con sus recursos vegetales?
- F. Puedes encontrar algunos rasgos de la lectura parecidos al lugar donde vives. Piensa primero en el departamento donde vivimos y luego en nuestro municipio.
- G. Elabora con plastilina y utilizando la tabla de madera (1 por grupo colaborativo) una maqueta del municipio resaltando sus zonas de vegetación.
- H. ¿Piensas que el municipio de Palermo es un lugar privilegiado por la diversidad vegetal? Argumenta.
- I. ¿Cómo crees que influye el suelo para la riqueza vegetal? Argumenta.

## Anexo D. “Viaje al centro de la tierra”

### Desarrollo Actividad:

Tiempo previsto: 120 minutos. 2 horas de clase.

Actividad inicial: Saludo de bienvenida y motivación a la clase.

Objetivos específicos:

Nivel conceptual:

- Entender que el suelo fértil es un recurso muy escaso.
- Nivel procedimental y actitudinal: Los propuestos para la unidad.

Realizar:

**PROCESO METAGONITIVO DE REGULACIÓN:** Para la siguiente actividad organiza una tabla para responder:

**PLANEACIÓN:** Después de entender la actividad y antes de empezar a leer y desarrollar el cuestionario organiza en una tabla un plan para llevar a cabo las tareas propuestas por pasos, mínimo 5.

**MONITOREO:** Describa durante el proceso las dificultades y obstáculos que encuentra mientras resuelves la actividad: ¿Explica el por qué?

**EVALUACIÓN:** ¿Por qué crees que las respuestas que desarrollo son correctas? Ahora si luego de terminada la actividad, alguna respuesta no está correcta, ¿Cómo la puede mejorar? Toma todos los registros en el cuaderno.

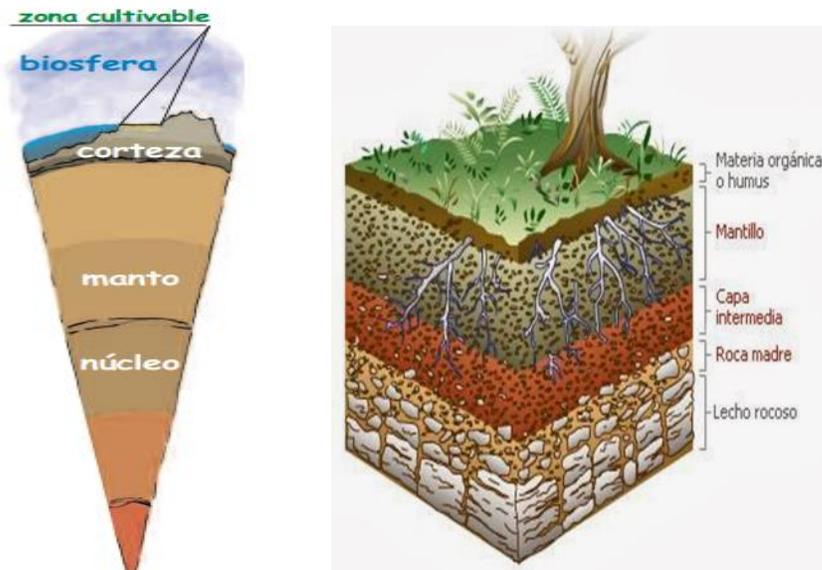
### “Viaje al centro de la tierra”

Se invita a los estudiantes a imaginar que están haciendo un magno viaje desde el centro de la Tierra al ritmo de un paseo relajado. Deben intentar interpretar la siguiente información y realizar un dibujo que represente los pasos:

1. Las primeras siete semanas, sólo te encuentras con roca y magma calientes.
2. Durante los segundos antes de llegar a la superficie terrestre te encuentras alguna bacteria.
3. Por fin llegas a la superficie dentro de la atmósfera. Aquí conviven microorganismos, plantas y animales.
4. Continuamos nuestro viaje ahora sobre nuestro planeta y durante medio minuto todavía podemos ver algunos seres alados y otros organismos, que desaparecen cuando salimos de la atmósfera. Representamos gráficamente este viaje en una línea, marcando cada uno de los tramos de manera proporcional al tiempo de viaje. Finalmente, realizamos una puesta en común para reflexionar sobre el significado de la actividad: ¿Dónde se concentra la diversidad de la vida? ¿Por qué? ¿De dónde reciben la energía los seres vivos de nuestro planeta? ¿La diversidad de seres vivos está distribuida de forma regular por toda la superficie del planeta? ¿Por qué? (Reflexionar sobre los factores ambientales que influyen en el desarrollo de las distintas especies) ¿Dónde hay más biodiversidad?

b) El planeta naranja Utilizamos una naranja para representar a nuestros estudiantes la Tierra, y explicamos que vamos a ver la proporción de la superficie de nuestro planeta que se puede considerar suelo fértil para la producción de alimentos vegetales para los animales, incluida la especie humana. Partiendo la naranja en cuartos, eliminamos tres de ellos, que representarían los océanos. El cuarto que nos queda lo partimos en dos, eliminando uno que representaría los terrenos inhóspitos (desiertos, casquetes polares). El octavo que nos queda es el sitio en el que puede vivir el hombre. Lo dividimos en cuatro secciones y dejamos tres de ellos que representarían los lugares improductivos (montañas, lugares con roca desnuda, salinas, suelo urbano, etc.). Con cuidado, se extrae la cáscara de la sección restante. Representa la capa de 1,5 m de suelo capaz de producir todos los vegetales terrestres. ¿Qué

significa esto? ¿Qué piensas, opinas de la cantidad de suelo que puede alimentar a todos los animales terrestres? Sin duda habremos oído hablar de la erosión ¿Podemos hacernos cargo ahora de la magnitud del problema? ¿De qué manera afecta la erosión a la diversidad vegetal y, por consiguiente, a toda la biodiversidad terrestre?



Tomado de:  
[file:///D:/BOSCO2019/ADELANTO%20PROYECTO%20Y%20UD/UD/unidad\\_didactica\\_diversidad\\_y\\_riqueza\\_1%206%20y%207.pdf](file:///D:/BOSCO2019/ADELANTO%20PROYECTO%20Y%20UD/UD/unidad_didactica_diversidad_y_riqueza_1%206%20y%207.pdf)

Los nutrientes del suelo:

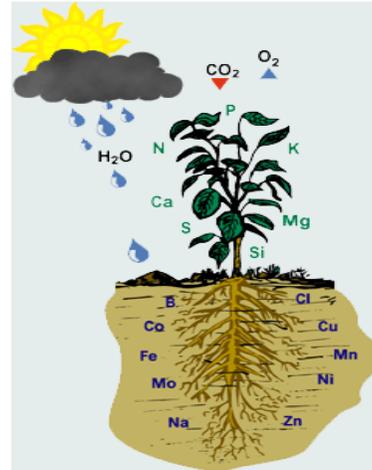


Imagen tomada de: <https://pot.cl/blog/385-elementos-del-suelo-esenciales-para-las-plantas> y [http://www.cebas.csic.es/dep\\_spain/nutricion/nutri\\_lineas.html](http://www.cebas.csic.es/dep_spain/nutricion/nutri_lineas.html)

De acuerdo a la imagen:

- ¿Qué te representa la imagen? Justifica
- ¿Crees que son necesarios esos componentes para un suelo fértil? Argumenta
- Recuerda registrar en tu cuaderno.
- Por último, se socializa las respuestas de los estudiantes, primero en los pequeños grupos de trabajo (4 estudiantes por grupo) y luego en el grupo en general.

Después se les da la siguiente lectura y se les pide que Lean con atención el texto y extraigan de éste las ideas principales:

## CLASIFICACIÓN DE LOS ELEMENTOS NUTRITIVOS

Actualmente se admite que las plantas superiores pueden contener hasta 60 elementos, de los cuales 16 de ellos (C, H, O, N, P, K, Ca, Mg, S, Fe, Mn, B, Mo, Cu, Zn y Cl) son considerados esenciales para su normal desarrollo mientras que otros 4 (Na, Si, Co y V) son considerados solo esenciales para algunas de ellas (figura 1). Todos estos elementos desempeñan funciones muy importantes en las plantas, y cuando están presentes en

cantidades insuficientes, pueden producirse graves alteraciones y reducirse notablemente el crecimiento de las mismas.

De los 16 elementos esenciales, los 3 primeros son suministrados mayoritariamente por el aire y el agua, mientras que los 13 restantes son aportados por el suelo. Estos elementos nutritivos suministrados por el suelo se pueden clasificar en macro- y microelementos, dependiendo de si las plantas necesitan absorber cantidades relativamente grandes o pequeñas de ellos. Como macroelementos cabe destacar el N, P, K, Ca, Mg y S y como microelementos, elementos traza u oligoelementos esenciales para las plantas se encuentran el Fe, Mn, B, Mo, Cu, Zn, y Cl.



**Figura 1.** Clasificación de los elementos químicos en función de su total o parcial esencialidad para las plantas (Navarro García y Navarro Blaya, 2000).

MACRONUTRIENTES: Elementos primarios (N, P y K) y secundarios (Ca, Mg y S).

Los macronutrientes son los elementos necesarios en cantidades relativamente abundantes para asegurar el crecimiento y la supervivencia de las plantas. La presencia de una cantidad suficiente de elementos nutritivos en el suelo no garantiza por sí misma la correcta nutrición de las plantas, pues estos elementos han de encontrarse en formas moleculares que permitan

su asimilabilidad por la vegetación. En síntesis, se puede decir que una cantidad suficiente y una adecuada disponibilidad son fundamentales para el correcto desarrollo de la vegetación.

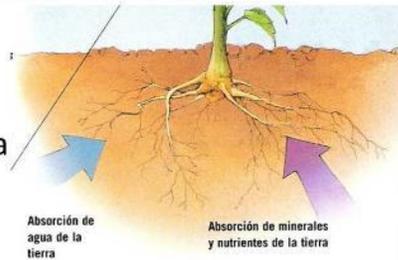
Dentro de éstos, se puede distinguir entre elementos primarios (N, P y K) y elementos secundarios (Ca, Mg y S). El nitrógeno lo toma gracias a la acción de microorganismos que los sintetizan y le permiten absorberlo.

Tomado de: [https://www.infoagro.com/abonos/elementos\\_suelo\\_esenciales\\_plantas.htm](https://www.infoagro.com/abonos/elementos_suelo_esenciales_plantas.htm)

La planta toma por su raíz los nutrientes necesarios absorbiéndolos, entre estos macronutrientes primarios y secundarios y el agua.

### 1-ABSORCIÓN DE AGUA Y SALES MINERALES:

Las plantas absorben savia bruta (mezcla de sales minerales y agua) del suelo, a través de pelos radicales (unas células de los extremos de la raíz)



Tomado de: <https://slideplayer.es/slide/5440728/>

**EL DATO**  
También existen los suelos mixtos, los cuales poseen características intermedias entre los suelos arenosos y los suelos arcillosos.

## El suelo Sus tipos



### Clasificación según su funcionalidad:

El suelo es una compleja mezcla de material rocoso fresco y erosionado, de minerales disueltos y redepositados, y de restos de cosas en otro tiempo vivas. Estos componentes son mezclados por la construcción de madrigueras de los animales, la presión de las raíces de las plantas y el movimiento del agua subterránea. Existen muchos tipos de suelos, dependiendo de la textura que posean. Se define textura como el porcentaje de arena, limo y arcilla que contiene el suelo y esta determina el tipo de suelo que será. Los tipos de suelos se clasifican de dos formas básicas, según su composición y su formación, y por la función o utilidad que presentan.




El suelo rocoso está formado por rocas, piedras y gravillas y suele ser muy permeable impidiendo que el agua sea retenida, de la misma manera los materiales orgánicos suelen perderse en ellos, razón por la cual son improductivos para cultivar.



El suelo arcilloso tiene un alto grado de concentración de granos finos de arcilla, es ligero, filtra el agua rápidamente. Tiene baja materia orgánica por lo que no es muy fértil.



El suelo orgánico es el que posee gran cantidad de material orgánico vegetal y animal, su retención de agua es muy elevada y posee gran cantidad de nutrientes, por lo que es excelente para cultivar. En este tipo de suelo se desarrolla la agricultura.

Tomado de: <https://www.elpopular.pe/series/escolar/2015-09-23-el-suelo-sus-tipos>

El suelo es una compleja mezcla de material rocoso fresco y erosionado, de minerales disueltos y redepositados, y de restos de cosas en otro tiempo vivas. Estos **componentes** son mezclados por la construcción de madrigueras de los animales, la presión de las raíces de las plantas y el movimiento del agua subterránea. Este material escolar te será de gran ayuda. A continuación, los tipos de suelos.

Existen muchos tipos de suelos, dependiendo de la **textura** que posean. Se define textura como el porcentaje de arena, limo y arcilla que contiene el suelo y esta determina el tipo de suelo que será. Los tipos de suelos se **clasifican** de dos formas básicas, según su

composición y su formación, y por la función o utilidad que presentan. **El suelo rocoso** está formado por rocas, piedras y gravillas y suele ser muy permeable impidiendo que el agua sea retenida, de la misma manera los materiales orgánicos suelen perderse en ellos, razón por la cual son improductivos para cultivar.

**El suelo arcilloso** tiene un alto grado de concentración de granos finos de arcilla, es ligero, filtra el agua rápidamente. Tiene baja materia orgánica por lo que no es muy fértil.

**El suelo orgánico** es el que posee gran cantidad de material orgánico vegetal y animal, su retención de agua es muy elevada y posee gran cantidad de nutrientes, por lo que es excelente para cultivar. En este tipo de suelo se desarrolla la agricultura.

## **EL DATO**

También existen los **suelos** mixtos, los cuales poseen características intermedias entre los suelos arenosos y los suelos arcillosos.

La docente orienta a sus estudiantes a argumentar sobre la importancia del suelo para la planta. En el grupo y a registrar las conclusiones en el cuaderno.

## **CUESTIONARIO:**

- ¿Cómo influye el suelo para el crecimiento de las plantas?
- ¿Cómo es que la raíz influye en la absorción de nutrientes para las plantas?
- ¿Podría pensarse que una planta viva sin raíz?
- ¿Qué le puede pasar a una planta si se le agrega mucha agua al suelo?
- ¿Qué crees que le pasaría a una planta si se le cambia el tipo de suelo donde crece?  
¿Podría verse afectada o favorecida? Argumenta tu respuesta

Anexo E. “La importancia del agua”

Desarrollo Actividad:

Tiempo previsto: 120 minutos. 2 horas de clase.

Actividad inicial: Saludo de bienvenida y motivación a la clase.

Objetivos específicos:

Nivel conceptual:

Justifica la importancia del agua en el sostenimiento de la vida en la planta.

Nivel procedimental y actitudinal: Los propuestos para la unidad

Desarrollo de la actividad:

La docente anteriormente ha pedido a los estudiantes que lleven la planta de frijol que les pidió sembrar en agua. Debe estar ya con todas sus partes.

Se dará un espacio para socializar como les fue a los estudiantes con la experiencia y se les pide que socialicen los registros del proceso de crecimiento que debe estar en el cuaderno de cada uno. Con el compañerito del lado; Se les pide que comparen los resultados en el sentido de valorar el trabajo y de retroalimentarse en el proceso. Aspectos importantes a tener en cuenta la regulación metacognitiva del proceso.

Deben comentar como realizaron los procesos de regulación:

PLANEACIÓN: Como puedo llevar a cabo la tarea propuesta por pasos, mínimo 5.

MONITOREO: Describa durante el proceso las dificultades y obstáculos que encuentra mientras resuelves la actividad: ¿Explica el por qué?

EVALUACIÓN: ¿Por qué crees que los resultados que observo y registro son correctos? Ahora si luego de terminada la actividad, y después de socializar con tu

grupo colaborativo piensas que tus observaciones y registros se ajustan a los de tus compañeros, Si no es así ¿Cómo los puedo mejorar? Toma todos los registros en el cuaderno.

Luego la docente les pide socializar ante el grupo y llegar a consensos. Les pregunta: ¿Por dónde crees que la planta toma el agua? ¿Para qué necesita la planta el agua? ¿Cuántos días tardo la semilla de frijol en convertirse en una nueva planta de frijol? ¿Cuál o cuáles fueron los factores que favorecieron su desarrollo? ¿Podría la planta vivir siempre en el medio acuático? ¿Cuándo el cambio de medio, que cambios observo? Argumenta tus respuestas

Ahora la docente les orienta que con la información suministrada mediante una lectura analicen y sinteticen mediante un mapa conceptual la importancia del agua para la planta.

Lectura “Movimiento del agua desde el suelo hasta las hojas”

Para lograr una absorción de agua efectiva debe existir un buen contacto entre la superficie de la raíz y el suelo. El área de contacto se maximiza a medida que crecen los pelos absorbentes, los cuales penetran entre las partículas de suelo. Los pelos absorbentes son extensiones de las células epidérmicas de la raíz que contribuyen a incrementar la superficie radicular y la capacidad para absorber iones y agua del suelo. Se ha encontrado que la superficie de los pelos absorbentes puede representar hasta el 60% del total del área de la superficie radicular (Taiz y Zeiger, 2006). El agua entra en la planta principalmente por la zona más cercana al ápice de las raíces, donde todavía no se ha desarrollado la capa de células llamada exodermis que contiene materiales hidrofóbicos como la suberina, la cual se acumula en las regiones más viejas de la raíz y la hace relativamente impermeable (Kramer y Boyer, 1995).

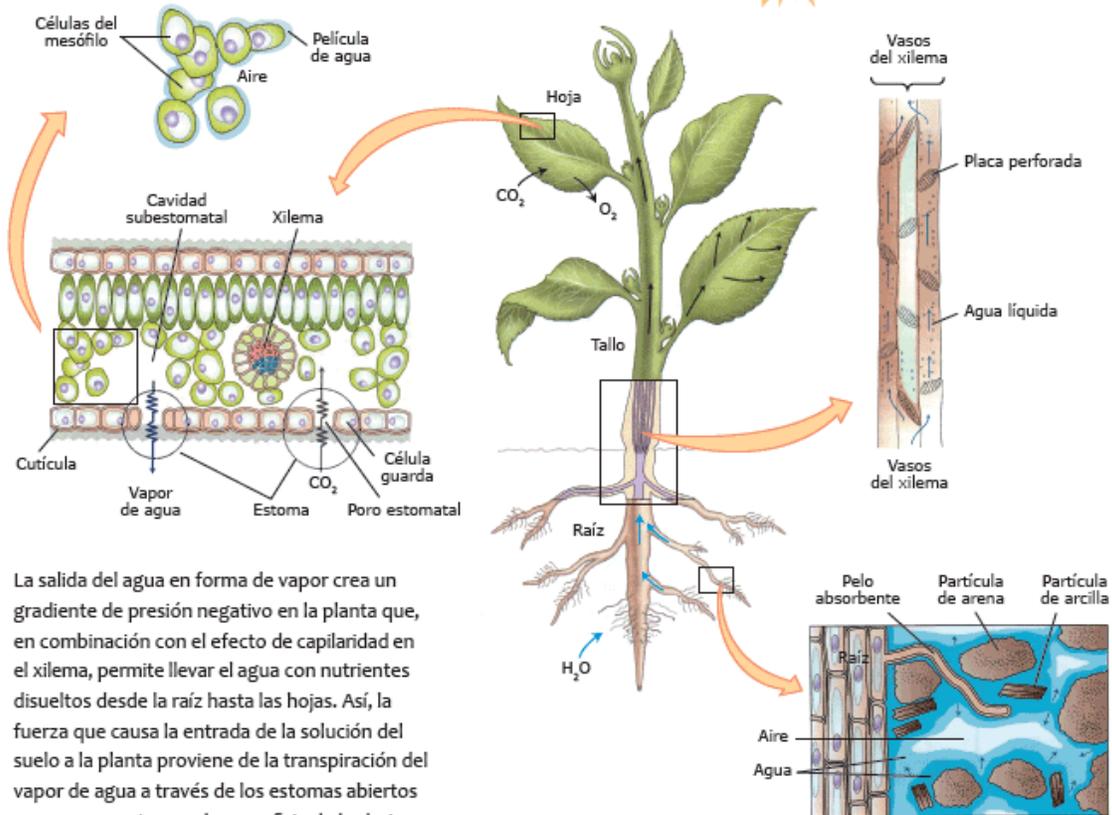
Para poder ser absorbidos, los nutrimentos deben estar disueltos en el agua existente en los poros que se forman entre las partículas de suelo. La presencia y solubilidad de los elementos minerales necesarios para el desarrollo de las plantas son factores determinantes para que la planta alcance la suficiencia de uno o más nutrimentos o para que sufra la

deficiencia de ellos. Así mismo, cuando un elemento mineral está presente en gran cantidad y se encuentra disponible en la solución del suelo, se pueden presentar problemas de toxicidad.

Las hojas son el principal centro de actividad fotosintética de la planta. Para llegar a las hojas, el agua con nutrientes disueltos debe atravesar diferentes medios (pared celular, citoplasma, membranas y espacios porosos), de forma que utiliza mecanismos de transporte según el medio; entre los mecanismos principales están la difusión molecular (transporte rápido en distancias cortas pero extremadamente lento en distancias largas) y el flujo masal (muy rápido en distancias largas).

Durante el día la planta actúa como una eficiente bomba de succión que toma el agua con sales disueltas (solución del suelo) a través de la raíz y expulsa vapor de agua a través de las hojas. La salida del agua en forma de vapor crea un gradiente de presión negativo en la planta que, en combinación con el efecto de capilaridad en el xilema, permite llevar el agua con nutrientes disueltos desde la raíz hasta las hojas. Así, la fuerza que causa la entrada de la solución del suelo a la planta proviene de la transpiración del vapor de agua a través de las estomas abiertos que se encuentran en la superficie de las hojas (ver ilustración).

Durante el día la planta actúa como una eficiente bomba de succión que toma agua con sales disueltas (solución del suelo) a través de la raíz y expulsa vapor de agua a través de las hojas



La salida del agua en forma de vapor crea un gradiente de presión negativo en la planta que, en combinación con el efecto de capilaridad en el xilema, permite llevar el agua con nutrientes disueltos desde la raíz hasta las hojas. Así, la fuerza que causa la entrada de la solución del suelo a la planta proviene de la transpiración del vapor de agua a través de los estomas abiertos que se encuentran en la superficie de las hojas.

A medida que la raíz absorbe agua del suelo, el agua aprovechable (regiones azul claro, con flechas) disminuye y la solución del suelo queda confinada muy cerca de las partículas de suelo donde la tensión es mayor y es más difícil para la raíz absorberla (azul más intenso).

Ilustración y textos adaptados de Taiz y Zeiger (eds.) 2006.

La docente pide a sus estudiantes socializar explicando los mapas conceptuales contruidos. Luego de explicar y dar las aclaraciones pertinentes. La docente les muestra el siguiente video: <https://www.youtube.com/watch?v=s7eAcZrvs1Y>

Al final la docente les pide a los estudiantes que argumenten sobre ¿Cuál es la importancia del agua para las plantas?



## Anexo F. “La radiografía de una planta”

### Desarrollo Actividad:

Tiempo previsto: 120 minutos. 2 horas de clase.

Actividad inicial: Saludo de bienvenida y motivación a la clase.

Objetivos específicos:

Nivel conceptual:

Explico las funciones de los seres vivos a partir de las relaciones entre diferentes sistemas y órganos.

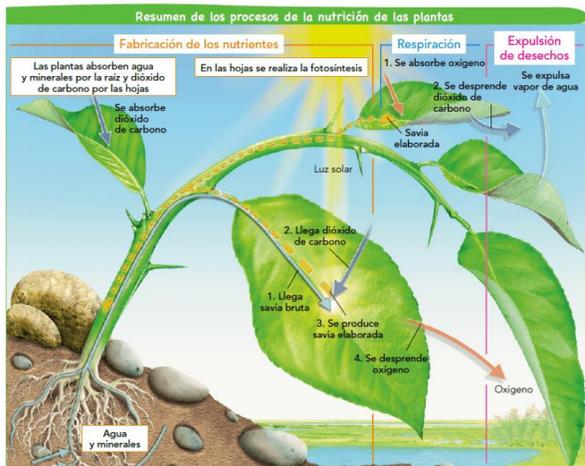
Nivel procedimental y actitudinal: Los propuestos para la unidad

Desarrollo de la actividad: “La importancia de la respiración en la planta”

Importancia de las estomas y los órganos de circulación en la planta.

Desarrollo de la actividad: la docente plantea

- Las plantas al igual que los demás seres vivos realizan las mismas funciones como circulación, reproducción, excreción, respiración etc. Pero se requiere identificar las sustancias que inician la respiración en las plantas: Para ello te propongo observar la siguiente imagen y resaltar aquellas estructuras de la planta que consideras hacen parte de la respiración.



## \*\*VASOS CONDUCTORES (transporte)

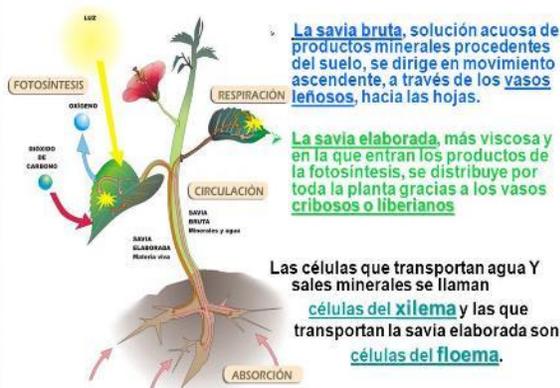


Imagen 1. Tomada de: <https://www.jardineriaon.com/funciones-de-las-plantas.html>

Imagen 2 Tomada de:

[https://www.google.com/search?biw=1706&bih=876&tbm=isch&sa=1&ei=y-XQXPzbAcjz5gLHhLvQDQ&q=la+respiracion+en+plantas&oq=la+respira+en+plantas&gs\\_l=img.1.0.0i7i3012j0i7i5i30j0i8i7i30i7.157376.164513..166393...0.0..0.211.2495.0j14j1...1....1...gws-wiz-img.....0j0i8i30.In2ycItaFsU#imgdii=5VZo\\_Akm-BN9nM:&imgcr=oxxVXCbMrq15oM:](https://www.google.com/search?biw=1706&bih=876&tbm=isch&sa=1&ei=y-XQXPzbAcjz5gLHhLvQDQ&q=la+respiracion+en+plantas&oq=la+respira+en+plantas&gs_l=img.1.0.0i7i3012j0i7i5i30j0i8i7i30i7.157376.164513..166393...0.0..0.211.2495.0j14j1...1....1...gws-wiz-img.....0j0i8i30.In2ycItaFsU#imgdii=5VZo_Akm-BN9nM:&imgcr=oxxVXCbMrq15oM:)

La historia registra la importancia del suelo, el agua y la respiración en la planta y cómo el sol contribuye a ello también. Además, la importancia para la supervivencia de todos los seres vivos. A continuación, aparecen tres teorías relacionadas con la nutrición de las plantas. Lee con atención.

Los primeros modelos explicativos de la nutrición en plantas surgen a partir de la analogía planta animal en el siglo IV a.c., en la cual se genera una división de la nutrición en nutrición externa y nutrición interna, (Cañal, 1992, Chávez 2002) que diferencia la transformación de las sustancias en orgánicas (humus) o inorgánicas (agua y sales minerales). La nutrición externa implica un previo procesamiento de las sustancias, tal hecho ocurre en el suelo, por ello se designa este como el estómago de la planta. Luego al estudiarse la estructura de la

planta (ramas, hojas, madera) se encontró que sus componentes difieren de la composición de las sustancias inorgánicas absorbidas por la raíz, lo que conllevó a designar la nutrición interna, a la cual se otorga la capacidad de realizar el procesamiento de sustancias, a la planta. En general la fuente de alimento de la planta es el suelo, este desarrollo sobre la nutrición de las plantas a partir del suelo es considerado el **modelo edáfico**.

A principios del siglo XVII, cuando, comenzó el estudio experimental de la fisiología vegetal, había muy poca evidencia para mostrar como ocurrían las reacciones químicas. Los hombres notaban que algunas sustancias entraban a las reacciones químicas y otras sustancias se producían en ellas. De estas observaciones, se originó el **modelo de la transmutación**. Se creyó que la transmutación era un proceso a través del cual se podía cambiar una sustancia en otra. Jan Baptistá Van Helmont (1577-1644) llevó a cabo un experimento muy significativo con un árbol de sauce (citado en la evolución histórica), en este experimento, el intento descubrir la fuente de alimento para los vegetales. A él le pareció que la materia vegetal, representada por la ganancia en peso, había venido solamente del agua, puesto que no había habido una pérdida de peso apreciable en la tierra, se asume que el agua ha sido transmutada en madera. Se concluye que la alimentación no es exclusivamente edáfica (Chávez, 2002), pues al suelo se une el aire, e incluso el sol, como fuente de alimentos, que se transformarán por transmutación (Hales), por combinaciones entre esas sustancias sencillas (Grew) o, finalmente, por cambios químicos (Lavoisier).

Para el siglo XVII, se sabía muy poco acerca de la naturaleza de los gases, las investigaciones sobre la composición del aire y su importancia para la vida se desarrollaron a partir de experiencias hechas sobre los procesos de combustión de algunas sustancias. Se creyó que las llamas que brotaban hacia arriba y hacía fuera del objeto que se quemaba, representaban algo que se escapaba de él. Este algo desconocido fue llamado «flogisto». Considerado como **modelo del flogisto**. Hoy día se sabe que las sustancias que se queman se unen con el oxígeno. En 1771, Joseph Priestley (1733-1804), realiza una serie de experiencias a través de las cuales observa que las plantas tenían la capacidad de cambiar el aire viciado por la

combustión y/o por la respiración animal. Priestley concluye entonces que las plantas tienen un tipo de respiración inversa a la de los animales ya que produce una deflogisticación del aire (Bryan Conant & Nash, 1966; De Wit, 1993, citados por Chávez 2002). Los trabajos de Priestley fueron leídos cuidadosamente por un médico holandés, J. Ingenhousz (1730-1799), quien hizo varios cambios a los experimentos de Priestley y explicó que las plantas sólo producen aire deflogisticado en sus partes verdes y en presencia de luz.

Tomado de Velázquez, O. (2011). Modelos explicativos sobre el concepto de nutrición en plantas en estudiantes de básica secundaria rural. p 37 *Universidad Nacional de Colombia Facultad de Ciencias Exactas y Naturales Maestría en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales Manizales*.

Fue el holandés Jan Ingenhousz (1730-1799) el que, impresionado por el descubrimiento de Priestley, alquiló una casa de campo cerca de Londres en el verano de 1779 y realizó más de quinientos experimentos rigurosos que publicó inmediatamente en su libro *Experiments Upon Vegetables, Discovering Their Great Power of Purifying the Common Air in the Sunshine, and of Injuring it in the Shade and at Night* (Gest, 1997; Ledesma, 2000). En él concluyó que los tallos y las hojas verdes de las plantas poseen un gran poder de purificar el "aire malo", pero solo cuando están expuestas a la luz del sol y según la claridad del día (Asimov, 1988; Gest, 1997; Losada et al., 1998, Ledesma, 2000). Por tanto, Ingenhousz fue el descubridor de la relación entre la producción de oxígeno y la exposición a luz en las plantas aunque, al igual que Priestley, malinterpretó los resultados (Epstein & Bloom, 2004).

Ingenhousz demostró que las plantas obtienen todo su carbono a partir del gas carbónico de la atmósfera: "Las partes verdes de las plantas absorben a la luz solar el carbono, a partir del ácido carbónico, desprendiendo solo el oxígeno y conservando el carbono para su nutrición". Así afirma que solo las partes verdes producen el "agente purificador" y los tejidos no verdes, en cambio, contaminan el aire (Epstein & Bloom, 2004)

Ingenhousz se percató de algo que Priestley dejó pasar e hizo avanzar tres pasos en el camino al conocimiento de la fotosíntesis:

- La luz era necesaria en ese proceso.
- En realidad, solo las partes verdes de la planta llevan a cabo la fotosíntesis.
- Todas las partes vivientes de las plantas respiran.

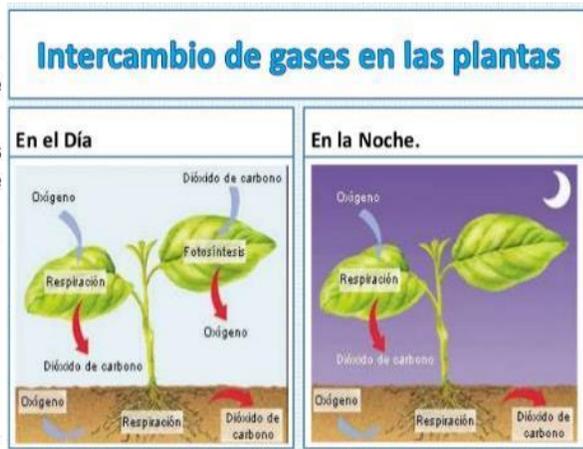
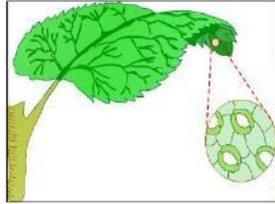
Tomado de: <https://eprints.ucm.es/49387/1/T40291.pdf>

Cuestionario:

- Compara las anteriores explicaciones científicas relacionando la edad en la que ocurrieron los hechos, el nombre del científico y tu opinión acerca del trabajo que realizaron.
- ¿Crees que estos trabajos científicos ayudaron al conocimiento de la nutrición en las plantas? Argumenta.
- ¿Cuál de los tres modelos relaciona la respiración de la planta con su nutrición? Explica
- ¿Cuál o cuáles crees que fueron las dificultades de Joseph Priestley y el médico holandés Ingenhousz para entender el proceso respiratorio en las plantas? Argumenta.
- Observa la siguiente imagen y argumenta sobre las estomas y su función en la planta.

Los órganos respiratorio de las plantas son:

- Los estomas: se encuentran en el envés de las hojas.
- Las lenticelas: Son aberturas ovales, que se encuentran en la superficie de los tallos
- Los neumatóforos: Se consideran raíces respiratorias que se encuentran en plantas características de terrenos pantanosos.



Cuestionario:

- ¿Por dónde respiran las plantas?
- ¿Cómo crees que respiran las plantas?
- ¿Cuándo crees que respiran las plantas?
- ¿Qué crees que respira la planta?
- ¿Qué crees que puede pasar si una planta se ve afectada por sus órganos respiratorios? Argumenta tu respuesta.

Imagen 1 tomada de: <https://es.slideshare.net/biologianazaret/respiracin-13110093>

Imagen 2 Tomada de: <http://naturalesceuja16.blogspot.com/2017/01/respiracion-de-las-plantas.html>

- La docente les recuerda a los estudiantes que deben realizar sus registros en el cuaderno de Ciencias Naturales y Educación ambiental. Los invita a desarrollarlas en pequeños grupos colaborativos y a socializar en el grupo.

## Anexo G. “La fotosíntesis el verdadero metabolismo de la planta”

### Desarrollo Actividad:

Tiempo previsto: 120 minutos. 2 horas de clase.

Actividad inicial: Saludo de bienvenida y motivación a la clase.

Objetivos específicos:

Nivel conceptual:

Explica el proceso de fotosíntesis en la planta como seres autótrofos y productores de energía para los ecosistemas.

Nivel procedimental y actitudinal: Los propuestos para la unidad

Desarrollo de la actividad:

Para iniciar la docente pregunta a los estudiantes:

- Si las plantas carecen de boca, dientes, estómago, entonces ¿Cómo crees que se nutren?
- ¿Cómo crees que funciona la circulación en las plantas?
- ¿Qué es para ti lo más importante que realiza la planta?
- ¿Cuál es la causa del color verde de las plantas?
- ¿Cómo definirías nutrición, alimentación y alimento en las plantas?

Les pide la docente a sus estudiantes que registren las respuestas en el cuaderno y las argumenten cada una.

La actividad se hace primero individual, luego entre pares con un compañero de clase, luego en grupos de 4 estudiantes colaborativo y por último se socializa en el grupo total de estudiantes. Se registran los aportes en el tablero y se llega a conclusiones.

Se les pide a los estudiantes finalizada la anterior actividad leer el siguiente texto:

“Las plantas también se alimentan”

La alimentación es un proceso en el que un organismo obtiene alimentos, los nutrientes que necesitan sus células, que serán transportados hasta la proximidad de las mismas. Por consiguiente, todo tipo de sustancia presente en el medio, sea químicamente simple o compleja, sea energética o no y sea sólida, líquida o gaseosa, que un ser vivo pueda utilizar como fuente de los nutrientes que necesitan las células para desarrollar sus funciones vitales se consideran alimento. Con relación a la nutrición hace referencia al proceso que incluye la incorporación de sustancias (alimento) desde el entorno del organismo, proceso que se denominaría alimentación. Esos alimentos, tengan la naturaleza química que tengan se usarán para obtener los nutrientes a partir de los alimentos, los seres vivos pueden necesitar digerirlos o transformarlos en otras sustancias, pero lo que hace que sean alimentos es su característica de ser introducidos desde el medio externo.

En el caso de las plantas su nutrición se basaría en la incorporación de ciertas sustancias para ser transformadas y así obtener los nutrientes que necesita para obtener energía necesaria para sus funciones vitales. Visto de este modo en la planta tanto la fotosíntesis, como en la respiración se hacen procesos imprescindibles para el desarrollo completo de nutrición vegetal, ya que con la fotosíntesis se generan los nutrientes orgánicos que después, en la respiración, se utilizarán para la extracción de energía. Igualmente, recordemos que los nutrientes orgánicos que fabrican los vegetales no solo sirven para obtener energía, sino que sobre todo (en los vegetales) sirven para generar biomasa (generar nuevas estructuras y crecer), además de para regular procesos y mantener la homeostasis (por ejemplo, los niveles osmóticos correctos para el buen funcionamiento de numerosas actividades vegetales). La energía que se acumula durante la fase propiamente fotosintética de la fotosíntesis (a partir de la transformación de

energía solar en química en forma de ATP) tiene como finalidad la producción de los compuestos orgánicos mediante la reducción de los compuestos inorgánicos. Las plantas respiran por lo que es cierto que consumen el oxígeno y expulsan el dióxido de carbono producido mediante esta actividad. Lo importante es saber que respiran durante todo el día, ya que la finalidad de la respiración es la obtención de energía y la energía es necesaria para la mayoría de las actividades celulares. Lo que ocurre es que por el día la liberación del oxígeno producido mediante la fotosíntesis excede a su consumo, mientras que por la noche la actividad fotosintética se paraliza y solo se detecta su consumo.

Tomado y adaptado de: Angosto, I. (2017). *Didáctica de la Nutrición Vegetal* (tesis doctoral). Universidad Complutense, Madrid, España.

La docente invita a los estudiantes a responder las siguientes preguntas:

- ¿Qué dice el texto?
- ¿Cuáles son las ideas importantes?
- ¿Qué ideas que no sabía me dice el texto?
- ¿Para qué me sirve el texto?
- Sobre nutrición, alimento, alimentación, ¿qué puedes concluir de cada uno de estos términos?
- ¿Cómo explicarías la nutrición en las plantas?

La docente socializa junto a los estudiantes y sacan conclusiones.

Para finalizar la docente le pide a cada uno de los estudiantes realizar la autoevaluación:

- Que términos nuevos aprendí
- ¿Consideras que has usado bien el lenguaje científico para explicar la nutrición en las plantas? ¿Por qué?

- ¿Consideras que la información suministrada en el texto es suficiente para explicar la alimentación de las plantas?
- ¿Qué otros aspectos consideras que se deberían incluirse en la lectura? Explica.

Anexo H. ¿La nutrición vegetal igual en todas las plantas?

Desarrollo Actividad:

Tiempo previsto: 120 minutos. 2 horas de clase.

Actividad inicial: Saludo de bienvenida y motivación a la clase.

Objetivos específicos:

Nivel conceptual:

Relaciona diferentes tipos de plantas con sus formas de nutrición.

Nivel procedimental y actitudinal: Los propuestos para la unidad

Desarrollo de la actividad:

Para iniciar la docente anima a los estudiantes a que piensen en diferentes plantas y en la forma como se alimentan, además de las estructuras que utilizan para adquirir el alimento.

Después de escuchar las participaciones orales de los estudiantes acerca de sus ideas la docente le da una fotocopia a color par desarrollar una lectura y contestar un cuestionario.

Así:

## NUTRICIÓN EN PLANTAS

### PLANTAS CARNIVORAS



[Pinguicula gigantea](#): las hojas están cubiertas de mucosidad que producen las glándulas que sirven a la planta para la captura de pequeños insectos.

Las plantas carnívoras realizan fotosíntesis, pero cuando viven en suelos pobres en nitrógeno pueden obtener los nutrientes necesarios de los insectos. Presentan diferentes formas de captura, pelos glandulares, pegajosos, pueden cerrar las hojas al posarse el insecto y

### PLANTAS PARASITAS



#### **T. usneoides.**

Imagen tomada de: [https://es.wikipedia.org/wiki/Tillandsia\\_usneoides](https://es.wikipedia.org/wiki/Tillandsia_usneoides)

Las plantas parásitas son plantas que no tienen clorofila y por lo tanto no pueden realizar la fotosíntesis, por lo que

### PLANTAS SIMBIOTICAS



Imagen tomada de:

<https://bachibiology.wordpress.com/2012/11/20/plantas-simbioticas/>

Las micorrizas son asociaciones de entre hongos del suelo, que aportan sales y raíces de las plantas que aportan nutrientes.

atraparlo, pueden resbalarse y el insecto cae en un receptáculo.

Tomado y adaptado de:

[https://es.wikipedia.org/wiki/Planta\\_carn%C3%ADvora](https://es.wikipedia.org/wiki/Planta_carn%C3%ADvora)

tienen que tomar el alimento de otro organismo vivo, también hay casos de parasitismo parcial (Hemiparásita) como es el caso del muérdago, que vive sobre algunos árboles y se fija por medio de chupadores, pero también realiza la fotosíntesis ya que tiene hojas y tallos verdes.

Tomado de:

<http://jumillanatural.blogspot.com/2011/05/plantas-parasitas.html?m=1>

Las leguminosas como las lentejas, el frijol, las arvejas entre otras, realizan simbiosis con bacterias del genero rhizobium. Las bacterias fijan el nitrógeno atmosférico y lo transportan en nitritos y nitratos, que toman las plantas por sus raíces. La planta después de la fotosíntesis proporciona al hongo nutrientes sintetizados por ella.

Tomado y adoptado de:

<https://bachibiology.wordpress.com/2012/11/20/plantas-simbioticas>

## PLANTAS NO VASCULARES



Este musgo de la especie Calliergonella cuspidata, no es una planta vascular, aunque parezca tener hojas en realidad no lo son.

Tomado de:

[https://es.wikipedia.org/wiki/Planta\\_no\\_vascular](https://es.wikipedia.org/wiki/Planta_no_vascular)

El pequeño tamaño de las briofitas y su dependencia de ambientes húmedos son la consecuencia de una anatomía interna simple; además de la ausencia general de sistemas digestivos o excretorios, carecen también de sistemas de transporte, de forma que las sustancias pasan directamente de unas células a otras. La absorción se produce en toda la superficie de la planta, y los rizoides, que son estructuras similares a raíces, solo se especializan en la sujeción al sustrato. Los filoides, son en términos de las plantas vasculares como las hojas de los musgos, estas estructuras son muy delgadas y

## PLANTAS VASCULARES

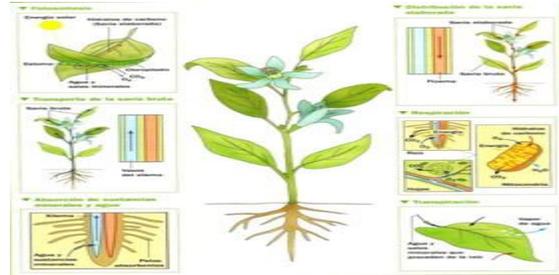


imagen tomada de:

<https://slideplayer.es/slide/5707215/>

Las plantas vasculares o traqueófitas presentan sistemas de transporte interno con vasos especializados, el xilema y el floema. A la vez, las diferentes partes de la planta cumplen distintas funciones para la nutrición: las hojas realizan fotosíntesis, la raíz realiza absorción de agua y sales minerales y los tallos comunican los órganos entre sí.

Tomado y adoptado de: Savia Ciencias naturales 6, Editorial Sm, 2019 p.109

permeables, es el lugar donde se lleva a cabo la fotosíntesis.

Tomado y adoptado de: Savia Ciencias naturales 6, Editorial Sm, 2019 p. 108

La docente pide a sus estudiantes que analicen las imágenes y contesten el siguiente cuestionario.

- ¿Cuáles crees que son las ideas principales en cada una de las imágenes?
- ¿Cuál o cuáles son las ideas principales en cada uno de los textos? Resalta las ideas con color verde.
- ¿Encontraste información en los textos que no conocías? Explica.
- Elabora una lista de los términos que aprendiste hoy del texto.

Luego la docente socializa las ideas de sus estudiantes y finalmente les pide realizar la autoevaluación.

- ❖ ¿Si reconoces el objetivo de la sesión de hoy, responde ¿qué has aprendido hoy?
- ❖ ¿Considera que tu conocimiento sobre la nutrición en plantas se ha aumentado? ¿Cómo lo explicarías?
- ❖ Describe las acciones que consideras han contribuido para alcanzar el aprendizaje esperado.

Coevaluación:

La docente orienta a intercambiar las respuestas con el compañero del lado y a valorar los aportes de tal forma que entre los dos escriban los conceptos que tienen en común claridad y son capaces de evaluar como aprendidos.

Heteroevaluación.

Son capaces entre pares de comunicar en el grupo lo que han aprendido.

## Anexo I. “Navegantes del mundo vegetal, una experiencia de vida”

### Desarrollo Actividad:

Tiempo previsto: 120 minutos. 2 horas de clase.

Actividad inicial: Saludo de bienvenida y motivación a la clase.

Objetivos específicos:

Describir el proceso fotosintético de la planta en términos de metabolismo y obtención de energía.

Actividad Inicial:

La docente indaga sobre: Imagina que eres un botánico, amante de las plantas y deseas conocer e investigar sobre que tienen las plantas por dentro, él desea encontrar la respuesta a sus preguntas. Tú como colaborador del equipo de investigación le ayudarás a responderlas.

- ¿Cómo imaginas el interior de una planta? Dibuja una planta y explica.
- ¿Crees que entre el reino de las plantas y los animales hay semejanza o diferencias en sus procesos metabólicos? Argumenta
- ¿Cómo entiendes el metabolismo de una planta y el ser humano?
- ¿Qué pasaría si una planta se ve afectada por las condiciones del ambiente? Argumenta con situaciones que recuerdes que las han afectado.
- ¿Qué consecuencias tendría el planeta tierra sin la labor de las plantas? Explica
- ¿Qué piensas, opinas sobre el conocimiento de las plantas, en que beneficia o perjudica a la humanidad? Argumenta.

La docente les pide a los colaboradores de la investigación (estudiantes) escribir las respuestas en el cuaderno que sería el registro de campo para ellos, hacerlo primero de

forma individual, luego después de 20 minutos en pares y luego reunirse en una comunidad académica, entonces que formen los grupos colaborativos. Luego de otros 20 minutos la docente les dice que están participando de la conferencia internacional de botánicos del planeta y que por cada grupo debe salir un representante a argumentar sus juicios de valor acerca del conocimiento de las plantas a partir de la reflexión de las preguntas planteadas. Les da 15 minutos para organizar cada grupo sus ensayos expositivos.

Para finalizar la docente les pide nombrar un secretario para la conferencia y le dice que registre las opiniones que resultan relevantes para tener en cuenta y llegar a una conclusión al finalizar la conferencia.

Después de realizada la actividad, con la colaboración de la docente la secretaria emite al grupo las conclusiones de la conferencia.

Autoevaluación.

¿Cómo me pareció la actividad generada para debatir acerca del conocimiento de las plantas? Explica

¿Qué considero que aprendí con esta actividad? Argumenta tu respuesta.



Anexo J. “Juego de roles, recorriendo la planta y su nutrición.”

Desarrollo Actividad:

Tiempo previsto: 120 minutos. 2 horas de clase.

Actividad inicial: Saludo de bienvenida y motivación a la clase.

Objetivos específicos:

Describir y reconoce el proceso fotosintético como parte de la nutrición de las plantas.

Para esta sesión de clase la docente anima a sus estudiantes a descubrir la nutrición de las plantas a través de una carta que ha llegado de la National geographic acerca de un nuevo estudio investigativo sobre las plantas.

CARTA: “LAS PLANTAS Y SU NUTRICIÓN”

Querida comunidad de científicos botánicos, para empezar, quisiera manifestarles como comunidad científica que somos los resultados de la investigación efectuada al interior del cuerpo de las plantas, para esta explicación nos referiremos a las plantas vasculares por ser las más complejas y evolucionadas para explicarles cómo actúa una planta internamente.

Hemos descubierto un nuevo modelo de nutrición en las plantas, quienes ayudadas por unos órganos que posibilitan tal función logran alimentarse y sobrevivir. Veamos.

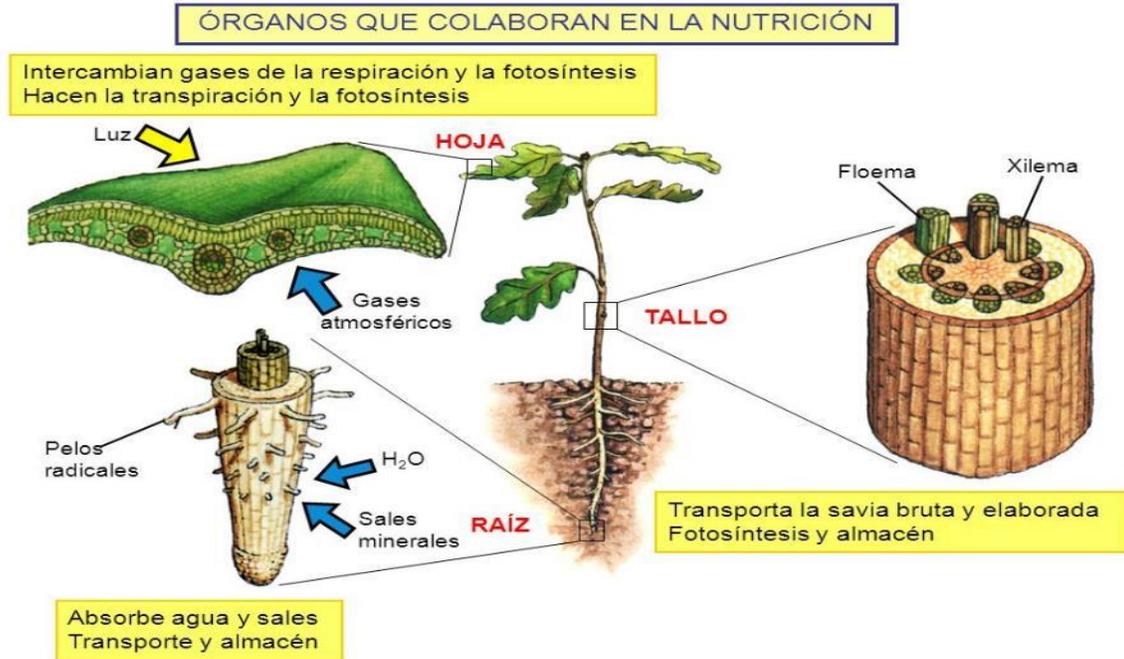
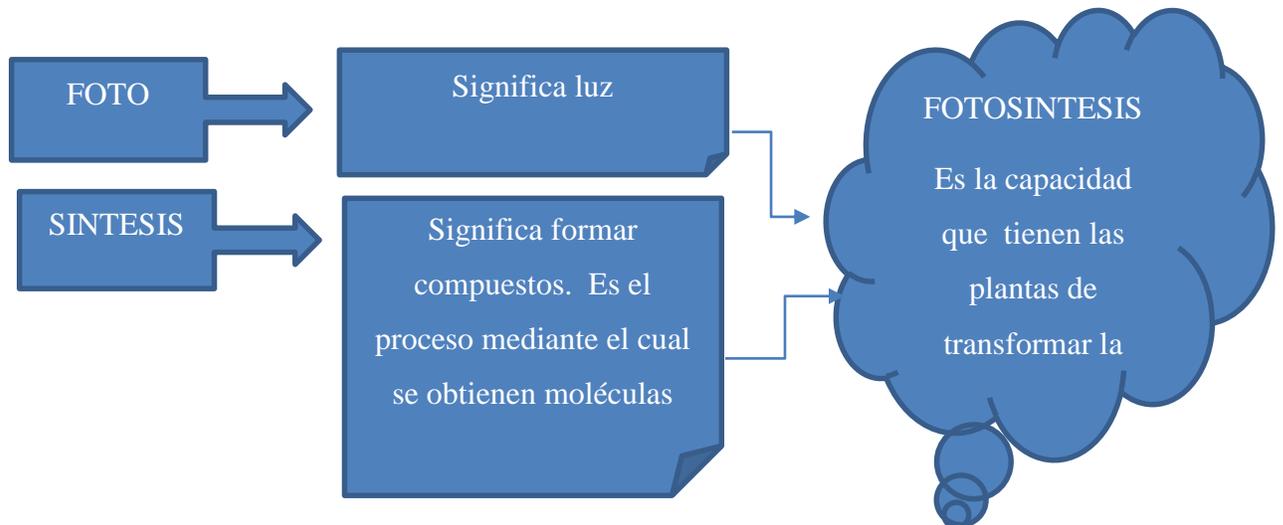


Imagen tomada de: <https://slideplayer.es/slide/21808/>

En primer lugar, es importante partir del metabolismo de la planta para explicar su nutrición, entendido éste como el proceso a través del cual se lleva a cabo la catálisis y el anabolismo de sustancias. En este proceso metabólico de las plantas se requiere de dos procesos importantísimos, uno de FOTOSÍNTESIS y otro de RESPIRACIÓN con los cuales las plantas se alimentan, guardan nutrientes y obtienen la energía necesaria para mantener sus funciones vitales.

### EXPLORANDO LA FOTOSÍNTESIS.

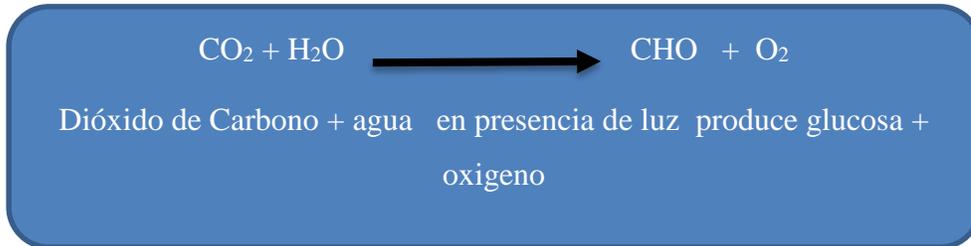
La palabra fotosíntesis viene de:



Hagamos un poco de recorrido histórico:

- Aristóteles había llegado a la conclusión de que las hojas tenían la función de dar sombra a los delicados brotes de las plantas (Losada *et al.*, 1998). También dedujo, mediante observaciones, que los vegetales tomaban los alimentos de la tierra y, así, consideró que esta era un estómago gigante donde estaban los alimentos disponibles de forma predigerida, la raíz hacía las veces de boca. El alimento estaba constituido por humus el cual sufre una digestión previa antes de ser captado. A este modelo que expuso se le llamo “modelo edáfico”. Estas ideas se mantuvieron durante siglos. Tuvieron que pasar casi 20 siglos para que el conocimiento sobre el funcionamiento de las plantas avanzara de este estancamiento.
- Van Helmont (1580-1644) refuto las ideas de Aristóteles gracias a sus experimentos con el árbol de Sauce y postuló que el agua era elemento básico de la materia viva. Aunque Van Helmont se equivocó en su conclusión acerca de la nutrición en plantas, sus trabajos fueron importantes como planteamiento científico: bien planeado, cuidadosamente hecho y descrito. El modelo de nutrición de Van Helmont se llamó “Transmutación” donde concluyó: Se considera al agua como material fundamental para el desarrollo de las plantas.
- Tuvieron que pasar otros 100 años en el tiempo para marcar el inicio de un nuevo modelo “La teoría del flogisto”. Sus precursores Joseph Priestley y J. Ingenhousz postularon que las plantas tienen la capacidad de combinar el aire originado de la combustión animal, donde explica Priestley que la planta tiene un tipo de respiración inversa a la de los animales; mientras Ingenhousz postula que las plantas sólo producen oxígeno en sus partes verdes y en presencia de luz. Pero con el avance de la química, El modelo del flogisto llega a su fin. Serían los estudios de Antoine Lavoisier en 1780, sobre la química y la energética de la respiración y sus semejanzas con la calcinación y la combustión los que lo llevaron a la conclusión sobre el consumo de oxígeno y carbono en los procesos respiratorios logrando definir la ecuación de respiración. En

1781 De Saussure escribe una ecuación química para representar el proceso fotosintético.



- Tras llegar a ecuación global de la fotosíntesis, los estudios sobre éste proceso se diversificaron hacia caminos específicos y separados así:
  - Estudio de las células: Los tipos celulares, sus orgánulos y pigmentos.
  - Avance de algunos conocimientos químicos básicos para la comprensión de cualquier proceso bioquímico.
  - Estudio de la luz y de su bioenergética: cómo es el funcionamiento de la luz y su aprovechamiento por parte de la célula.
  - Desarrollo de la comprensión de otro proceso metabólico más sencillo y conocido desde la antigüedad: la fermentación. Al ser un proceso metabólico cuya función es la obtención de energía, su esclarecimiento sería de gran ayuda a la comprensión de la fotosíntesis y la respiración.
  - El estudio de los cloroplastos y de los pigmentos fotosintéticos.
  - Nacimiento de la enzimología que ayudan en las reacciones químicas.

Se llegó a la conclusión: “la finalidad de la fotosíntesis no es la producción de oxígeno, sino que la liberación de este gas debe ser entendida como la consecuencia derivada de la ruptura de la molécula de agua para la obtención de los hidrógenos necesarios para la reducción de la molécula que se fija en el proceso, el  $\text{CO}_2$ ”.

- Tras todo el anterior recorrido se propone el modelo de nutrición en la planta precientífico molecular, razón de esta carta dirigida a ustedes estimados colegas de investigación: “La fotosíntesis ocurre en unos organelos específicos en la célula vegetal llamados cloroplastos, los cuales están ubicados en las hojas. Ello implica que hay un flujo de electrones que comprende dos etapas:
  1. Fotodependiente: Ocurre en presencia de luz, Cuando inciden sus ondas lumínicas en la superficie de las hojas y en ellas, específicamente en los cloroplastos se activa la clorofila quién desencadena el flujo de electrones.
  2. Etapa bioquímica o ciclo de Calvin: No necesita luz para darse, su objetivo es la construcción de moléculas nutricionales para la planta.

Es solo con el aporte de Calvin en 1950, quien explica estas dos etapas de la fotosíntesis y menciona que se dan para formar las moléculas nutriciones de la planta y que solo con la respiración de ellas son capaces de liberar la energía que necesitan para sus funciones vitales.

Tomado y adoptado de la tesis doctoral de Angosto, I (2017).

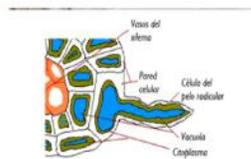
La docente les indica a sus estudiantes que se organicen en grupos colaborativos, y les pide representar el recorrido histórico identificando de la lectura los modelos explicativos sobre la nutrición en plantas y sus características.

Luego le pide a cada grupo exponer sus resultados. Al finalizar las opiniones de cada grupo se ponen en discusión y se llegan a consensos sobre el conocimiento de la nutrición.

Luego la docente les da por cada grupo una serie de imágenes para ser organizadas secuencialmente según se dé el proceso nutricional de las plantas. Para ello les facilita un pliego de papel bond para representar la secuencia.

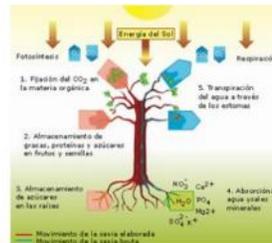
## ABSORCIÓN. TRANSPORTE AL XILEMA

Pelos radiculares: Células de la epidermis de la raíz con prolongaciones no permanentes para aumentar la superficie.



## INTERCAMBIO DE GASES. NECESIDADES

Se necesita oxígeno y se expulsa dióxido de carbono para la respiración.  
Se incorpora dióxido de carbono y se elimina oxígeno en la fotosíntesis.  
En la transpiración se pierde vapor de agua por las hojas.



## FUERZAS QUE AYUDAN AL ASCENSO

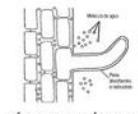
- Transpiración: Al perder vapor de agua por los estomas arrastra al resto de moléculas de agua.
- Cohesión de las moléculas de agua por los puentes de hidrógeno.
- Adhesión a las paredes que colabora en el proceso de polaridad.
- Presión radicular que permite la entrada de agua por las raíces que ejerce un empuje hacia arriba, del agua que se encuentra en los vasos.

## CAMINOS DE ENTRADA

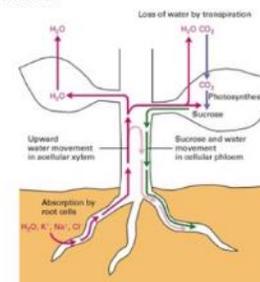
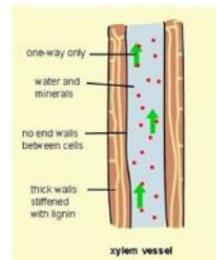
- VIA TRANSCELULAR O SIMPLÁSTICA ( a través de células)  
La concentración de sales en el suelo es menor (hipotónico), para el paso de sales a las células se necesita transporte activo, el agua pasa por ósmosis.
- VIA EXTRACELULAR O APOPLÁSTICA ( entre los espacios de las células)  
La mayoría entra de esta forma, pero al llegar a la endodermis, los espacios están sellados por las bandas de caspón (suberina) y no puede seguir, y tiene que acabar siendo intracelular.



VÍA SIMPLÁSTICA



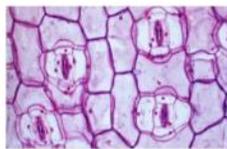
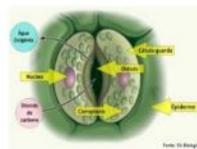
VÍA APOPLÁSTICA



## ESTOMAS

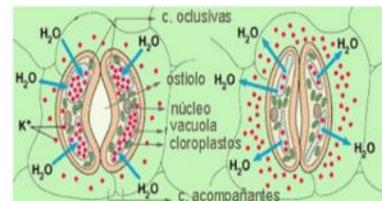
### - ESTRUCTURA

Son estructuras formadas en la epidermis de las hojas (principalmente en el envés) y tallos jóvenes. Se organiza en torno a dos células oclusivas en forma de riñón que dejan un hueco entre ellas, llamado ostiolo.



### - FUNCIONAMIENTO

La luz activa la bomba de potasio de la membrana de las células oclusivas, provocando la entrada de iones de K al interior de las células. Debido al equilibrio osmótico entra agua en el interior y el ostiolo se abre. Por la tarde salen los iones de K y por tanto no entra agua, disminuye la turgencia y se cierra el ostiolo. También la escasez de agua cierra los estomas y los niveles altos de dióxido de carbono.



## FOTOSÍNTESIS Y ANABOLISMO

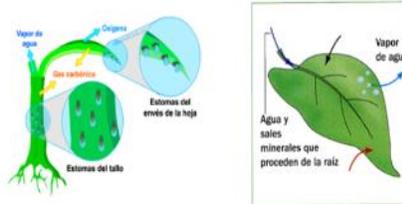


## TRANSPIRACIÓN

Consiste en la pérdida de vapor de agua por los estomas de las hojas y tallos verdes. Esto se encuentra condicionado por varios factores:

- La temperatura favorece la transpiración.
- El aumento de la humedad del aire rebaja la transpiración.
- La velocidad del viento retira rápidamente el vapor de agua de la superficie y aumenta la transpiración.

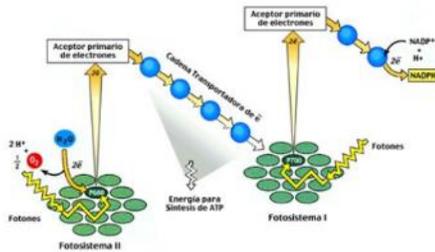
Además de favorecer el ascenso de la savia bruta, ayuda en la refrigeración



## ETAPAS DE LA FOTOSÍNTESIS

### - FASE LUMÍNICA

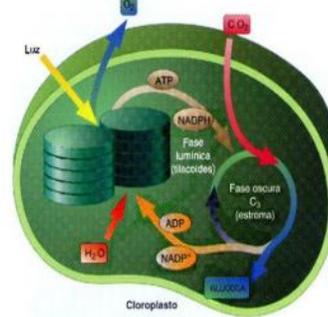
Se realiza en los tilacoides. La luz incide sobre la clorofila y pierden electrones, que los transfieren a una cadena transportadora de electrones en la que se libera energía en forma de ATP. Además se obtiene poder reductor en forma de la coenzima NADPH. En esta etapa juega un papel importante el agua que por efecto de la luz libera electrones que estabilizan las clorofilas, hidrógenos y oxígeno a la atmósfera.



### - FASE OSCURA

Se realiza en el estroma.

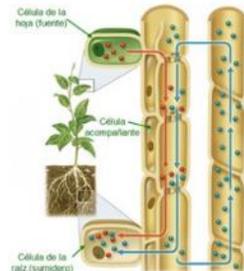
A partir de la energía del ATP y el poder reductor de la NADPH, se reduce el dióxido de carbono y se fabrican azúcares sencillos, mediante el ciclo de Calvin. La enzima Rubisco interviene en el proceso



## DISTRIBUCIÓN DE SAVIA ELABORADA

La savia elaborada desciende desde las fuentes (hojas) hasta la zona de consumo o almacenamiento (fruto, tallo y raíces)

El descenso se ayuda con la fuerza de gravedad y el flujo presión, que consiste en la diferencia de presión de agua entre la fuente y el sumidero, como ajustes del equilibrio osmótico



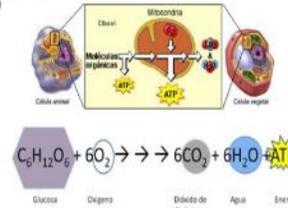
## RESPIRACIÓN

Proceso catabólico que requiere oxígeno para romper los azúcares sencillos y obtener energía de sus enlaces.

Los vegetales almacenan almidón que rompen en glucosa.

Se divide en tres etapas:

- Glucólisis en el hialoplasma. Se rompe la glucosa de 6C en dos moléculas de 3C.
- Ciclo de Krebs en la matriz de la mitocondria. Se rompen las moléculas de 3C en moléculas de 1C, se obtiene poder reductor.
- Cadena transportadora de electrones en los tilacoides. Se obtiene energía (ATP)



Imágenes todas de: <https://slideplayer.es/slide/5707215/>

Luego les indica que deben exponer en el grupo. Además, escribir y responder en el cuaderno las preguntas:

Antes de iniciar la actividad diseña un plan para llevar a cabo las tareas propuestas.

Paso 1. \_\_\_\_\_ -

Paso 2. \_\_\_\_\_

Paso 3. \_\_\_\_\_

Paso 4. \_\_\_\_\_

Paso 5. \_\_\_\_\_

Describe si durante el desarrollo de los pasos que propuso se le presento alguna dificultad o si resulto todo lo planeado. Explica

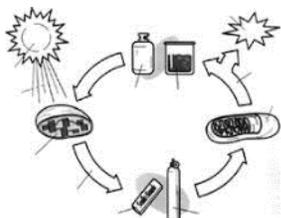
Evaluación: ¿me ha resultado fácil o difícil la actividad? ¿Por qué? Si debes mejorar ¿Cómo lo mejorarías? ¿Crees que te quedo bien la actividad? ¿Por qué? ¿Qué es lo que mejor aprendí hoy acerca del tema?

Por último, después de haber socializado y discutivo el tema la docente orienta a los estudiantes a manejar la herramienta web para realizar las presentaciones en powton de acuerdo a las indicaciones antes mencionadas y trabajadas transversalmente con el área de tecnología e informática.

Además les proyecta el video de 8 minutos sobre “la fotosíntesis”:

[https://www.youtube.com/watch?v=AjQd-](https://www.youtube.com/watch?v=AjQd-TaQpuQ)

[TaQpuQhttps://www.youtube.com/watch?v=vBGGVU2DIDo](https://www.youtube.com/watch?v=vBGGVU2DIDo)



Ubica las siguientes palabras en la imagen de acuerdo a como corresponda (energía del sol, cloroplasto, mitocondria, respiración, fotosíntesis, tierra, semilla, libera oxígeno, ATP como molécula

energética)

Anexo K. ¿Qué clase de pigmentos existen en los organismos autótrofos y qué función cumplen?

Desarrollo Actividad:

Tiempo previsto: 120 minutos. 2 horas de clase.

Actividad inicial: Saludo de bienvenida y motivación a la clase.

Objetivos específicos:

Extraer pigmentos fotosintéticos y comprender su importancia.

Planteamiento del problema: Las plantas transforman de los alimentos ingeridos (agua, nitratos y nitritos del suelo, gases ( $\text{CO}_2$  y  $\text{O}_2$ ) los nutrientes que necesita, para ello requieren de varios elementos. La clorofila o pigmento verde es una sustancia que absorbe la luz solar, generalmente se encuentra mezclada con otros pigmentos, sin embargo, al estar presente en mayor cantidad enmascara a los demás ¿Qué clase de pigmentos existen en los organismos autótrofos y qué función cumplen?

Materiales: Hojas de plantas de diferentes colores, mortero, tijeras, embudo, papel filtro, vasos de cristal, pinzas, capilar, alcohol etílico.

Fundamento teórico: Conocimiento sobre la fotosíntesis y sus productos de reserva.

Procedimiento:

1. Corta con las tijeras pequeñas muestras de plantas y colócalas en el mortero, añade un poco de alcohol etílico hasta cubrirlas.

2. Tritura la mezcla hasta que el color se torne verde intenso (en el caso que sean hojas verdes), filtra el líquido en el vaso de vidrio utilizando el embudo y el papel filtro.
3. Recorta tiras de papel filtro de 2 a 3 cm de ancho. Con ayuda del capilar toma una parte del líquido del punto anterior y a 1cm del borde y en el centro del papel coloca la muestra. Introduce el papel en el vaso con 2ml de alcohol etílico, ayudado de la pinza mantén en forma vertical el papel.
4. Espera de 25 a 30 minutos para que ascienda la banda por el papel filtro y antes de tocar el borde superior retira el papel del vaso y ponlo a secar. Repite lo pasos anteriores con las otras muestras.

Responde el siguiente cuestionario y registra en tu cuaderno.

- ¿Como se van a plantear en los grupos los pasos a seguir para la tarea?
- ¿Qué crees que pasará con el alcohol etílico y los pigmentos?
- Dibuja y describe lo que observas
- Después de realizar el experimento, explica por qué ocurre el fenómeno observado, basándote en las siguientes preguntas:
- ¿Qué queremos saber?
- Fundamentación teórica: Conceptos
- Procedimiento: ¿Como realizamos el experimento?
- ¿Cómo interpretamos los resultados?
- Conclusión ¿Cómo respondemos a la pregunta planteada: ¿Qué queremos saber?
- ¿Qué dificultades tuviste para realizar la práctica y resolver las preguntas? ¿Qué acciones realizaste para resolverlas?
- ¿Qué conocimientos consideras que fueron claves para dar solución a la actividad?
- ¿Cuál crees que es la importancia de los pigmentos vegetales?
- ¿Cuál crees que es la función del alcohol etílico en la práctica?

Heteroevaluación: ¿Crees que los conocimientos sobre fotosíntesis te ayudaron a comprender los pigmentos que poseen las plantas? Esta pregunta se hace para el grupo

y un representante de cada grupo sale a exponer los resultados obtenidos, conclusiones y responde a la pregunta inicialmente planteada.

Tomado y adaptado: Martínez, I. (Ed.). (2019). *Sabia. Ciencias naturales 6*. Bogotá, Colombia: Editorial Sm., p.136. Libro unidades didácticas.

Anexo L. ¿Cómo nos imaginamos la respiración de una planta?

Desarrollo Actividad:

Tiempo previsto: 120 minutos. 2 horas de clase.

Actividad inicial: Saludo de bienvenida y motivación a la clase.

Objetivos específicos: observar como ocurre el intercambio de gases en las plantas.

Evidenciar la fotosíntesis en la hoja de elodea.

Planteamiento del problema: La fotosíntesis podrá evidenciarse por la formación de oxígeno, el cual se almacenará en la superficie y formará una burbuja de aire.

Materiales: Recipiente de vidrio transparente o una probeta, planta de elodea u otra planta acuática que pueda vivir sin estar enraizada en sustrato, tubo de ensayo, tubo de vidrio con un lado cerrado o un pitillo transparente preferiblemente (estos últimos son opcionales).

Fundamento teórico: Conocimiento sobre la fotosíntesis

Procedimiento:

- Coloca la planta en el recipiente y llénalo de agua.
- Coloca el tubo boca abajo, de tal forma que quede sin aire entre él y la planta para que esta pueda hacer fotosíntesis.

Responde el siguiente cuestionario y registra en tu cuaderno.

- ¿Como se van a plantear en los grupos los pasos a seguir para la tarea?
- ¿Qué crees que pasará si lo haces con diferentes plantas acuáticas?
- Dibuja y describe lo que observas
- Después de realizar el experimento, explica por qué ocurre el fenómeno observado, basándote en las siguientes preguntas:

- ¿Qué queremos saber?
- Fundamentación teórica: Conceptos
- Procedimiento: ¿Cómo realizamos el experimento?
- ¿Cómo interpretamos los resultados?
- Conclusión ¿Cómo respondemos a la pregunta planteada: ¿Qué queremos saber?
- ¿Qué dificultades tuviste para realizar la práctica y resolver las preguntas? ¿Qué acciones realizaste para resolverlas?
- ¿Qué conocimientos consideras que fueron claves para dar solución a la actividad?
- ¿Cuál crees que es la importancia de la fotosíntesis para la vida en el planeta?
- ¿Crees que la planta puede vivir sin realizar la fotosíntesis? ¿Cómo podrías demostrarlo? Argumenta.

Heteroevaluación: ¿Opinas que los conocimientos sobre la fotosíntesis son importantes en nuestra vida? ¿por qué? ¿Estarías en condiciones de transferir este conocimiento en diferentes situaciones? ¿Cuáles? ¿Qué me resultó más fácil y/o más difícil en el desarrollo de esta práctica? ¿Cómo lo puedes mejorar?

Tomado y adaptado de: Martínez, I. (Ed.). (2019). *Sabia. Ciencias naturales 6*. Bogotá, Colombia: Editorial Sm., p.136.

Anexo M. ¿Cómo imaginas el uso de las plantas para el ser humano?

Desarrollo Actividad:

Tiempo previsto: 120 minutos. 2 horas de clase.

Actividad inicial: Saludo de bienvenida y motivación a la clase.

FASE DE APLICACIÓN:

Transferir los conocimientos adquiridos sobre la nutrición en plantas a diferentes contextos.

ACTIVIDADES Y TAREAS:

La docente anima a los estudiantes responder la pregunta que dará solución a una situación planteada: A continuación, se expone la situación:

«Un barco naufraga frente a las costas de una isla desconocida, cuyo suelo rocoso y duro esta desprovisto de vegetación. La tripulación logra salvarse y consigue llevar a tierra unas cuantas ovejas y varios sacos de trigo. Planteada la supervivencia para una estancia que puede ser larga, no logran ponerse de acuerdo sobre el régimen de alimentación. Un grupo propone comerse primero el trigo y luego las ovejas. Otros son partidarios de empezar con las ovejas y dejar para más tarde el trigo. Y un tercer grupo propone empezar por unas pocas ovejas y alimentar a las restantes con trigo, cebándolas para comérselas luego. ¿Qué solución propones tú?».

(Biología y Geología, Proyecto Avizor. 4º. de ESO. Ed. Ecir, 1996) Tomado de: Gómez, J. G., & Bernat, F. J. M. (2010). Cómo y qué enseñar de la biodiversidad en la alfabetización científica. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 28(2), 175-184.

Luego de dar un espacio de 15 minutos para debatir en pequeños grupos colaborativos la docente pide a cada grupo dar sus argumentos y al finalizar junto con sus estudiantes buscaran una salida conciliada al problema con argumentos de valor.

Luego la docente invita a los estudiantes a realizar la siguiente lectura y responder las preguntas.

#### “PRESENCIA DE ANTIOXIDANTES NATURALES”

La presencia de antioxidantes naturales en los alimentos, sobre todo en los vegetales, es importante porque contribuyen a definir las características organolépticas, ayudan a conservar la calidad nutricional de los productos y al ser consumidos preservan la salud de las personas, por lo que reduce el riesgo de padecer enfermedades crónicas. En este punto los pigmentos presentes en las plantas cobran un especial interés desde el punto de vista nutricional, por ejemplo, los carotenoides son responsables de la mayoría de colores amarillentos, anaranjados y rojizos de las verduras y las frutas, estas moléculas tienen gran capacidad antioxidante, fortalecen el sistema inmunitario y cardiovascular; además, protegen la capacidad de percibir estímulos a través de la piel.

Responde:

- ❖ ¿Cuáles plantas de las analizadas en el laboratorio contienen este tipo de pigmentos?
- ❖ Realiza un listado de alimentos que contienen los pigmentos mencionados en la lectura y los observados en el laboratorio.
- ❖ ¿Cómo aplicarías los pigmentos naturales a la industria, la medicina y la agricultura? Te doy una pista. Consulta sobre los transgénicos, el uso de perfumes, cremas, aceites, entre otros y expone argumentos a favor y en contra.

Autoevaluación:

Para finalizar como evaluación del proceso de aprendizaje de la nutrición en plantas se aplicará el instrumento final.

Coevaluación y heteroevaluación:

- ❖ ¿qué hemos aprendido? ¿Para qué nos sirve? ¿les sirve a otros? Discusión en grupo y difusión.
- ❖ Se propone seguir aplicando los conocimientos a través de la transversalidad con el PRAES de la institución en los procesos de fabricación de abono orgánico y huerta escolar. Proceso se realiza durante el segundo semestre del año.

---

PROTOCOLO DE COMPROMISO ÉTICO Y MANEJO DE DATOS

---

Nombre de la Investigación: Identificación de los Modelos Explicativos del concepto de Nutrición en Plantas y los Niveles Argumentativos.

Investigadora: Katty Alexandra Trujillo López

Como investigadora presento mi compromiso ético y de aceptación de referencias bibliográficas de las personas, entidades y participantes de esta investigación.

Entiendo como deber, hacer uso adecuado y discrecional de la información recolectada en el marco de este trabajo, con el fin único de lograr los objetivos de estudio y contribuir al mejoramiento de la educación en la enseñanza de las ciencias en los contextos de las categorías elegidas como objeto de estudio. Igualmente, en el uso de los criterios teóricos y metodológicos en las perspectivas de investigación de la maestría en la Enseñanza de las Ciencias.

Acepto mi compromiso ético en el uso discrecional y adecuado de la información recolectada. Aquí no se hará alusión a nombres propios de los participantes y se valorará con respeto y responsabilidad el uso de los resultados.

---

### **Bibliografía de la unidad didáctica.**

Lozano, P. (2012). Colombia, mi abuelo y yo. Bogotá, Colombia: Editorial Panamericana.p.148

Rodríguez, L. (Ed.). (2013). Los caminos del saber CIENCIAS 6. Bogotá. Colombia: Editorial Santillana, p. 107

Martínez, I. (Ed.). (2019). Sabia. Ciencias naturales 6. Bogotá, Colombia: Editorial Sm., p.136.

Orrego, M. Tamayo, O. Ruíz, J. (2016). Unidades didácticas para la enseñanza de las ciencias. Manizales, Colombia: Editorial UAM.

<http://www.juntadeandalucia.es/educacion/portals/delegate/content/db1c4042-d408-4e80-af40-c27e5b0e399b>.

[file:///D:/BOSCO2019/ADELANTO%20PROYECTO%20Y%20UD/UD/unidad\\_didactica\\_diversidad\\_y\\_riqueza\\_1%206%20y%207.pdf](file:///D:/BOSCO2019/ADELANTO%20PROYECTO%20Y%20UD/UD/unidad_didactica_diversidad_y_riqueza_1%206%20y%207.pdf)

[https://www.infoagro.com/abonos/elementos\\_suelo\\_esenciales\\_plantas.htm](https://www.infoagro.com/abonos/elementos_suelo_esenciales_plantas.htm)