

LA FORMALIZACIÓN DEL CONCEPTO DE FOTOSÍNTESIS A PARTIR DEL
PRINCIPIO DE CONSERVACIÓN DE LA ENERGÍA. UN ANÁLISIS HISTÓRICO-
EPISTEMOLÓGICO DESDE LA PERSPECTIVA DE MAYER.

Ellen Margarita Guzmán Anaya
María Alejandra Díaz Gómez
Yularsi Esther Rodiño Hernández

MAGISTER YIRSEN AGUILAR MOSQUERA

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN EN HISTORIA Y EPISTEMOLOGÍA DE LAS
CIENCIAS

LICENCIATURA EN EDUCACIÓN BÁSICA CON ÉNFASIS EN CIENCIAS
NATURALES Y EDUCACIÓN AMBIENTAL

UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA

FACULTAD DE EDUCACIÓN

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS Y ARTES
MEDELLÍN
2013

Aceptación

Asesor

Yirsen Aguilar Mosquera

Medellín

Sustentación

Día _____ Mes _____ Año _____

AGRADECIMIENTOS

Nuestros más sinceros agradecimientos

A nuestras familias, por ser el eje estructurante en este proceso formativo, por su apoyo incondicional y sus palabras de ánimo y comprensión.

A nuestro asesor YIRSEN AGUILAR MOSQUERA por guiar nuestro proyecto investigativo con exigencia, por aportarnos sus conocimientos y por transmitir ese sentir pleno y en constante construcción que requiere un buen docente.

Gracias a la Institución Educativa Comercial de Envigado, por permitirnos ser parte de ella al desarrollar nuestro proyecto investigativo.

Gracias a la Universidad de Antioquia, por ser el espacio que continúa construyendo nuestra formación personal e intelectual.

DEDICATORIA

A Dios por su acompañamiento permanente,

*A mi madre RUBY ANAYA SEVERICHE por ser
un pilar indispensable en mi vida.*

ELLEN GUZMAN ANAYA.

A mis padres IRENE HERNÁNDEZ y JULIO RODIÑO,

*Por su constante apoyo y dedicación en mi
proceso de formación personal y académico*

YULARSY RODIÑO HERNÁNDEZ

A mi madre OFELIA GÓMEZ,

*Que por su amor, fuerza y sabiduría ha logrado
guiarme en este camino del vivir.*

MARÍA ALEJANDRA DÍAZ

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN.....	8
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	9
FORMULACIÓN DE LA PREGUNTA.....	13
OBJETIVO GENERAL.....	13
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	14
JUSTIFICACIÓN.....	14
MARCO CONCEPTUAL.....	16
El uso de la historia y la epistemología en la enseñanza del concepto de fotosíntesis.....	16
A propósito del concepto de fotosíntesis en el contexto de la enseñanza.....	18
Contextualización de los fenómenos mecánicos en la perspectiva de Mayer.....	20
Contexto histórico de Robert Mayer.....	20
La formalización de los fenómenos físicos.....	23
Proceso de formalización del principio de conservación de la energía desde la perspectiva de Mayer.....	25
Establecimiento de condiciones iniciales en el proceso de formalización.....	26
La indestructibilidad y la convertibilidad como principios estructurantes en el proceso de formalización de la conservación de la energía.....	28
La indestructibilidad de la materia y de la fuerza.....	28

Principio de convertibilidad.....	29
APORTES HISTÓRICOS AL CONCEPTO DE FOTOSÍNTESIS.....	30
MODELOS TEÓRICOS SOBRE EL CONCEPTO DE FOTOSÍNTESIS.....	32
RECONTEXTUALIZACIÓN DE LOS PROCESOS FOTOSINTÉTICOS A PARTIR DEL PRINCIPIO DE CONSERVACIÓN DE LA ENERGÍA.....	35
Las reacciones de la fotosíntesis.....	38
Pigmentos fotosintéticos.....	38
Reacciones dependientes de la luz.....	40
Reacciones independiente de la luz.....	42
METODOLOGÍA.....	45
Caracterización de la investigación.....	45
Contextualización.....	47
Fases de la investigación.....	48
Primera Fase.....	49
Segunda Fase.....	49
Tercera Fase.....	49
Recolección de datos.....	50
Validación.....	53
Sistematización de la información.....	53
Análisis de la información.....	53

SISTEMATIZACIÓN.

Matriz 1. Respuesta de los casos con el instrumento 1.....	58
Matriz 2. Respuesta de los casos al instrumento 2.....	60
Matriz 3. Respuesta de los casos al instrumento 3.....	62
Matriz 4. Respuesta de los casos al instrumento 4.....	65
Matriz 5. Respuesta de los casos al instrumento 5.....	68
Matriz 6. Aserto de los asertos hallados en de cada instrumento.....	71
Matriz 7. Correspondencias entre casos y modelos.....	78
ANÁLISIS Y HALLAZGOS.....	83
CONSIDERACIONES FINALES.....	88
RECOMENDACIONES.....	90
SECUENCIA DIDÁCTICA.....	90
ANEXOS.....	103
Anexo 1.....	103
Anexo 2.....	107
Anexo 3.....	129
Anexo 4.....	133
Anexo 5.....	149
Anexo 6.....	163
BIBLIOGRAFÍA.....	175

RESUMEN

Es oportuno resaltar, la importancia de la historia y la epistemología de las ciencias cuando se aborda el concepto de fotosíntesis en las aulas escolares. En análisis realizados a investigaciones se evidencia, la confusión de los estudiantes al abordar este concepto; reducen los procesos de fotosíntesis a una reacción química que únicamente deja ver unos productos iniciales y finales, sin explicitar las transformaciones ocurridas en dichos procesos. Al respecto, puede decirse que parte de la problemática es heredada de los libros de texto que no desarrollan enfoques que posibiliten la construcción de la fenomenología que ayude a identificar variables que trasciendan el análisis de los estados y las transformaciones. Esto resulta confuso a la hora de relacionarlo con otros conceptos físicos como conservación de energía; sobre todo si se asume que el concepto de fotosíntesis puede ser construido en términos de energía como un concepto estructurante en la explicación de diferentes situaciones físicas y biológicas.

Con el propósito de construir rutas conceptuales que den sentido y permitan resignificar la fotosíntesis y su enseñanza, se realiza un análisis histórico epistemológico a partir del principio de conservación de la energía desde la perspectiva de Robert Mayer, expuesto en sus memorias Observaciones sobre las fuerzas de la naturaleza inanimada, escrita en 1842, donde este principio es abordado desde la causalidad como función. Este enfoque permite la formalización de la energía y la fotosíntesis como interdependientes, indestructibles y convertibles. Se plantea, entonces, un proceso de formalización de la fotosíntesis centrado en estados y transformaciones.

LA FORMALIZACIÓN DEL CONCEPTO DE FOTOSÍNTESIS A PARTIR DEL PRINCIPIO DE CONSERVACIÓN DE LA ENERGÍA. UN ANÁLISIS HISTÓRICO-EPISTEMOLÓGICO DESDE LA PERSPECTIVA DE MAYER.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Es importante considerar y reflexionar cómo las prácticas pedagógicas se vienen dando en el contexto escolar y cómo en éste, se está construyendo el conocimiento a partir de las experiencias y relaciones que se establecen entre profesor-estudiante. Además, cómo estas interacciones ayudan al reconocimiento del otro, de nuestra cultura y principalmente nuestra identidad personal y profesional.

Por consiguiente y a la luz de estas interacciones, el poder repensar el que hacer como docente y el saber disciplinar en sí, da lugar a una contextualización de la praxis, teniendo en cuenta que en gran medida las formas de concebir la ciencia se ve reflejada en el modo de impartir la enseñanza en el otro.

Con respecto a lo anterior, se hace fundamental reconocer cómo el componente histórico-epistemológico a la hora de enseñar ciencias se convierte en un referente teórico y estratégico para abordar, tanto los problemas de la enseñanza de las ciencias como los que se establecen a nivel disciplinar. Así pues, la recontextualización de estos procesos de enseñanza y de aprendizaje, además de reconocer la construcción del conocimiento a lo largo de la historia, se ven fundamentados en una enseñanza guiada por la historia y la epistemología. Señala (Gagliardi & Giordan, 1986):

Que la historia de la ciencia puede permitir definir cuáles fueron los conceptos estructurantes presentes en los momentos de profunda transformación de una ciencia. Conocerlos, puede ser una forma de determinar conceptos en la enseñanza. Al mismo tiempo, la historia de las ciencias puede ser ella misma un tema de enseñanza, no sólo como una parte de la historia, sino también como una

parte importante de una discusión sobre el conocimiento, para mostrar que los conocimientos científicos actuales no son "verdades eternas" sino construcciones realizadas en un contexto social definido.

Es necesario pensar, como la enseñanza tradicional que hoy en día se perpetúa de una u otra forma por las aulas escolares, da una imagen de ciencia absolutista, donde todo está dicho y nada se puede cambiar, siendo innecesario repensar los problemas con nuevas interpretaciones.

Ahora bien, la historia y la epistemología de las ciencias se convierte en un tentativo que "mejora y contextualiza la enseñanza del conocimiento, que demuestra que la ciencia es mutable y cambiante y que, en consecuencia, el conocimiento científico actual es susceptible a ser transformado, de igual forma, mejora la comprensión de los conceptos científicos mostrando su desarrollo" (Matthews, 1994, p. 259).

En esta misma línea, se hace oportuno pensar en la importancia de la historia y la epistemología de las ciencias a la hora de abordar temas como la fotosíntesis en las aulas de clase y cómo ésta, ayuda a recontextualizar las concepciones epistemológicas de los maestros con respecto a la enseñanza de los contenidos científicos. Smith y Anderson (1984) citados por Cañal (1992), plantean que "uno de los motivos de fracaso a la hora de enseñar una concepción científica elemental de la fotosíntesis, se centra en concepciones epistemológicas del profesor, de tipo empirista, sobre la naturaleza de la construcción del conocimiento". (p.51)

Hacer entonces un reconocimiento de tal construcción con ayuda de otros saberes, puede dar pie a una formalización del concepto de fotosíntesis más contextualizado y así, mejorar su comprensión en aspectos fundamentales que la caracterizan, además de que se vuelve importante todas aquellas transformaciones y resignificaciones que se han venido considerando en su recorrido histórico. Por lo anterior, "los alumnos deberían mejorar su conocimiento y comprensión de las formas con que cambian las ideas científicas a través del

tiempo y cómo la naturaleza de estas ideas y los usos a que se aplican son afectados por los contextos” (Matthews, 1194, p. 256).

Ahora bien, los análisis de los procesos históricos en la formación de los conceptos, podrían considerarse como fuente de sugerencia sobre los posibles modelos explicativos de los estudiantes con respecto a los procesos fotosintéticos. Al respecto, argumenta cañal (1992), que con frecuencia se manifiestan analogismos en ideas muy semejantes a las históricas, tales como: "la raíz como boca de la planta, por medio de la cual se toma y se absorbe el alimento, además de ser las que captan el aire para respirar, de igual manera la dificultad para aceptar la concepción de la planta como sistema químico” (p.22), parte de estas ideas provenientes de una concepción aristotélica. A su vez, que no se considera la fotosíntesis como proceso que se da como consecuencia de la transformación y conservación de la energía.

Con base a lo anterior, la fotosíntesis podría darse como proceso que se relaciona entre si y que abarca otros tópicos como transferencia de energía, teniendo en cuenta el uso de la historia y epistemología en su contextualización.

A través de estos planteamientos, surge el interés de indagar la relación que se establece entre el principio de conservación de la energía y los procesos fotosintéticos. Se quiere entonces investigar, cómo se da la transformación de energía lumínica a energía química en la fotosíntesis, considerando que la fotosíntesis es un concepto que se construye en términos de energía, a su vez que la energía se toma como base para explicar diferentes problemáticas no sólo a nivel físico sino también biológico. En este sentido, se vale pensar en ¿Cómo la formalización de la fotosíntesis a través del principio de conservación de la energía favorece una mejor comprensión de dicho concepto?

En los análisis de libros de textos, se manifiestan dificultades conceptuales a la hora de abordar estos procesos, como considerar lo siguiente "La fotosíntesis es el proceso inverso a la respiración, que se realiza durante el día en presencia de la luz solar, en los cloroplastos de las hojas. La reacción general es: $6\text{CO}_2 +$

$6\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{Luz}} \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{O}_2$ " (Espinel, Mendieta, Arbeláez, & Alcárcel, 1997, p. 138). Es aquí donde se muestra las limitaciones de observar la fotosíntesis como fases que solo se dan en presencia de luz, además de reducirla a una reacción química que sólo deja ver unos productos iniciales y otros finales sin explicitar las transformaciones ocurridas en dichos procesos, se restringe también sólo al reino vegetal y se ignora que hay otros organismos como algas verdes y algunas bacterias que también poseen clorofila y realizan fotosíntesis. Aunque en algunos libros de textos se reconoce la luz como factor que interviene en este fenómeno, éstos no explicitan cómo dicha luz, es la que proporciona la energía para que se dé inicio a la fotosíntesis y cómo ésta puede transferirse, transformarse, conservarse y generar a lo largo del proceso nuevas interacciones. Por ende, los estudiantes poco consideran las transformaciones que se dan de energía solar en energía química, confunden la energía como medio para producir calor, "sin relacionarla, como fuente necesaria para las síntesis metabólicas" (Rumelhard, 1985, citado por Cañal, p. 22, 19929) a su vez que conciben la energía solar como un factor para mantener saludable las plantas. (Charrier, Cañal, & Rodrigo, 2006).

Por otro lado, se observa que en la mayoría de los libros escolares no se da un enfoque histórico de cómo este concepto se ha ido construyendo a lo largo de la historia, presentándola como una simple definición, que deja de lado los distintos modos de construcción y validación de dicho conocimiento; asimismo que los estudiantes en ocasiones desconozcan, algunos aspectos de la energía y el reconocimiento de la misma como causa de otros fenómenos físicos, biológicos y químicos.

Esta manera de concebir tales conceptualizaciones, muestra las consecuencias al exponer de una manera reducida y limitada, cuando se abordan temas acerca la fotosíntesis.

En los análisis realizados, es común ver como conceptos físicos con biológicos se fragmentan a la hora de comprender los problemas de la ciencia y se afronta una participación poco activa de otras ciencias a la hora de construir conocimiento desde diferentes disciplinas, pero con la intención de explicar una misma

situación. Afirma (Morin, 1994), Los problemas que se presentan en el mundo social y natural son cada vez más complejos e interdependientes. No se limitan a sectores o disciplinas particulares y en algunos casos no son predecibles. Estas cuestiones apuntan hacia la necesidad de desarrollar en los educadores un pensamiento complejo y una forma de aprender que puede potenciarse a través de las relaciones que se establecen entre las diferentes disciplinas del saber.

Por último, se reflejan dificultades propias que dan cuenta de la mala conceptualización y poca comprensión que se tiene al momento de explicar los procesos fotosintéticos, el principio de conservación de la energía y su estrecha relación, esto es lo que motiva a indagar en los cuestionamientos anteriormente mencionados, en reflexionar sobre la práctica como maestros en formación y plantear posibles estrategias para visualizar la ciencia como un sistema que se puede explicar desde diferentes áreas del conocimiento.

Es pues en esta construcción de conocimientos por parte de muchos, donde cobra el sentido mismo de la ciencia, de aprenderla y a su vez enseñarla, ya que se posibilita entonces, además de un consenso de los actuantes en el marco de una autocomprensión de las partes (ciencia - sujetos), como también, esa manera de acceder y ser partícipes del desarrollo de un pensamiento científico, que se reflexiona y se cuestiona a la hora de ser enseñado.

FORMULACIÓN DE LA PREGUNTA

¿Cómo plantear un proceso de formalización del concepto de fotosíntesis, a partir del principio de conservación de la energía desde la perspectiva de Robert Mayer?

OBJETIVO GENERAL

- Plantear un proceso de formalización del concepto de fotosíntesis, desde el principio de conservación de la energía propuesto por Mayer.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analizar en los textos escolares la forma en que se presenta el concepto de fotosíntesis, con la intención, de proponer una contextualización del mismo.
- Caracterizar la perspectiva de Robert Mayer en cuanto al principio de conservación de la energía y su relación con la fotosíntesis.
- Identificar los modelos explicativos con respecto al concepto de fotosíntesis de 4 casos estudiados en la IECE.
- Diseñar una propuesta didáctica para la enseñanza del concepto de fotosíntesis a partir de su formalización.

JUSTIFICACIÓN

La fotosíntesis es uno de los temas especialmente relevantes en la enseñanza de las ciencias, debido al alto grado de dificultad que se presenta en su enseñanza y aprendizaje, esto último evidenciado en numerosos estudios realizados sobre las concepciones tanto de los estudiantes como de los docentes sobre dicho concepto, además de presentarse desde un enfoque memorístico donde solo se limita a repetir ciertos conceptos científicos, sin dejar ver las diferentes transformaciones o interacciones que se establecen en los procesos fotosintéticos. Frente a lo anterior señalan Cañal y Risilla (1986), que una buena parte de las concepciones inadecuadas que se detectan sobre fotosíntesis, son motivadas frecuentemente por el exceso de información que ésta a su vez es destinada a memorizarse para la preparación de exámenes o pruebas.

Con respecto a lo anterior, se hace importante investigar en fotosíntesis, ya que este tipo de estudio permite que el maestro se asuma como un intelectual, que problematiza la enseñanza y el saber disciplinar, lo que implica tener una postura más crítica y reflexiva frente a los problemas de la ciencia y sobre los modos de resolver los problemas en el aula.

En este mismo sentido, poder resignificar el concepto de fotosíntesis desde la conservación de la energía implica plantear en la enseñanza un nuevo enfoque que se considera novedoso, si se tiene en cuenta que este tipo de propuestas puede permitir un análisis de las situaciones centradas en fenomenologías desde las cuales se establecen relaciones y se logre ver los procesos fotosintéticos de forma global.

Ahora bien, es sabido que la enseñanza de la fotosíntesis integrado con otras disciplinas podría mejorar su comprensión e interpretación en la conceptualización de la misma, y más que su conceptualización, es decir, más que el interés mismo de la existencia de dicho concepto, es el patrón de evolución del mismo a lo largo de la enseñanza y que la parición y el fortalecimiento parece estar relacionada con el modo de cómo son enseñado estos contenidos (Cañal, 1997, citado por Domingos, Mellado, & Constantino, 2004). En esta perspectiva se podría decir, que son muy pocos los docentes que enseñan desde la práctica y desde la experimentación de la mano con los conocimientos teóricos.

Por último adelantar procesos de investigación centrados en el análisis de los fundamentos conceptuales de la fotosíntesis, no solo posibilita su resignificación sino que además, permite caracterizar algunos aportes de la historia y la epistemología a las propuestas de la enseñanza, destacándose que en gran medida el modo de entender el concepto determina una particular manera de enseñarlo.

MARCO CONCEPTUAL

EL USO DE LA HISTORIA Y LA EPISTEMOLOGÍA EN LA ENSEÑANZA DEL CONCEPTO DE FOTOSÍNTESIS

Es importante señalar cómo la historia y la epistemología contribuye significativamente a la enseñanza de las ciencias, resaltando, que el componente histórico y epistemológico a la hora de enseñar un conocimiento científico se convierte en un elemento esencial para el análisis y la fundamentación de las diferentes disciplinas del saber, además que posibilita explicitar las concepciones o puntos de vista que tienen los maestros sobre la construcción del conocimiento.

Por ello, en la enseñanza del concepto de fotosíntesis, la historia y la epistemología de las ciencias permiten no sólo un acercamiento a los procesos de construcción y validación del conocimiento científico respecto a este campo, sino que también posibilita hacer un análisis de las distintas maneras de abordar y significar dicho concepto. Por una parte, este tipo de análisis propicia que la ciencia se vea como una actividad de humanos y en tal sentido, puede entenderse que sus productos son diferentes, lo que le otorga una gran posibilidad al maestro de cuestionar lo establecido, de reflexionar y transformar el aula en un escenario para organizar experiencias, es decir, el aula se convierte en un espacio donde confluyen los intereses tanto de los docentes como de los estudiantes (Matthews, 1994). Así pues, este enfoque, puede facilitar una mejor comprensión del concepto de fotosíntesis y sus diversos procesos.

Por otra parte, en el sentido mismo de valorar y guiar un contenido humanizado en la enseñanza de las ciencias, se hace necesario reconocer los diferentes espacios contextuales que dieron pie a una construcción rigurosa del conocimiento en una época particular. Donde lo importante es dejar de reconocer una ciencia absolutista, inmutable y acabada en las aulas de clase. De tal manera, la educación y más aún la educación en ciencias debe contextualizarse, con la idea

de ofrecer una visión próxima de ésta en su entorno, en la ciudadanía, en la noción que algunas personas tienen acerca del conocimiento como cultura, (Vázquez, 2004). Por lo que cerrar la brecha que hay en transmitir el conocimiento científico y educar en contexto con el otro, con el semejante, es una de las tareas que debe emprender la enseñanza de la ciencia en ese construir científico. Por lo tanto, poder llevar la historia y la epistemología al aula de clases contribuye a dejar de lado el enfoque memorístico del aprendizaje de fórmulas, reacciones o definiciones ; y por ende, en este caso dar un significado contextualizado de la fotosíntesis en los cuales sus procesos tengan sentido.

Sin embargo, para poder trascender de la enseñanza memorística a una visión más sistémica que aborde el entorno cultural y social de los sujetos en relación con el conocimiento, es fundamental tener en cuenta las concepciones que los docentes tienen acerca de la ciencia, considerando que en gran medida las formas de significarla reflejan la manera de enseñarla. Abordar la enseñanza desde esta perspectiva, puede posibilitar una mejor explicación y apropiación de los procesos fotosintéticos.

Por otra parte, la ciencia es un campo que se ha enriquecido con otras disciplinas del saber, donde gran parte de estos saberes son interdependientes; en este caso, el concepto de fotosíntesis, puede ser considerado como resultado de diferentes dinámicas, argumentos y análisis fenomenológicos desde la historia y la epistemología y el principio de conservación de la energía propuesto por Mayer, en el cual se integran diversos elementos que dan pie a su proceso de formalización.

Por consiguiente la historia y la epistemología no solo ofrecen una visión más estructurada de la ciencia, sino que posibilita, a partir de sus aportes, reconocer aspectos globales de la fundamentación del conocimiento y por ende hacer de la enseñanza un proceso que da cuenta de cómo surge y cómo se consolida el conocimiento científico en un contexto determinado.

A PROPÓSITO DEL CONCEPTO DE FOTOSÍNTESIS EN EL CONTEXTO DE LA ENSEÑANZA.

Es importante señalar, que la enseñanza de las ciencias en nuestros días suele estar centrada en aspectos memorísticos de conceptos científicos, dejando de lado la comprensión e interpretación de fenómenos físicos y biológicos; a su vez, se limita solo a la transmisión de conocimientos establecidos por los libros de textos, que a veces no dejan ver las diferentes problemáticas que en un momento dieron origen al conocimiento científico, es decir, no se logra evidenciar cómo éste obedece a unas condiciones socio temporales que podrían ser tenidas en cuenta y re contextualizadas por el maestro. Al respecto Granés y Caicedo (1997) señalan:

"conocer el proceso de génesis y desarrollo del conocimiento científico permite enriquecer los conceptos, flexibilizarlos y sugerir nuevos significados y relaciones, permitiendo reconocer, con mayor facilidad que el significado del concepto nunca se agota y que toda decantación es provisional" (p.71).

Ahora bien, a través de algunas investigaciones analizadas con respecto al concepto de fotosíntesis, se evidencia que existen ciertas dificultades a la hora de abordar y comprender los procesos fotosintéticos, muchos de las cuales persisten luego de ser trabajados en las clases de ciencias, quizá, como consecuencia de las concepciones epistemológicas de los profesores, los diseños curriculares y los libros de textos; pero fundamentalmente, se cree que estas dificultades continúan por presentarse desde enfoques memorísticos y repetitivos de conceptos, desde los cuales el estudiante memoriza aspectos relacionados con fotosíntesis sólo para la presentación de un examen o para una actividad planteada por el docente, a su vez, que las metodologías abordadas por los maestro en ocasiones se centran en dictados y elaboración de resúmenes, dejando de lado la práctica y la experimentación como espacios en los cuales los alumnos puedan reflexionar frente a este fenómeno. En este sentido señala Gil y Carrascosa, (1999 citado por Velásquez, 2011), que las concepciones de los estudiantes con respecto a la

fotosíntesis están asociadas a metodologías superficiales caracterizadas por respuestas rápidas, repetitivas y poco reflexivas.

Es así como ver la fotosíntesis desde esta perspectiva, puede generar en los estudiantes y en los mismos docentes inconvenientes a la hora de conceptualizarla y comprenderla, además de no reconocer que los procesos fotosintéticos están basados en la transformación y conversión de la energía, en este sentido, es pertinente resaltar, que las plantas no son sólo organismos capaces de producir su propio alimento sino que a partir del ciclo del carbono son capaces de convertir la energía en moléculas orgánicas (Mayer, 1845 citado por Velásquez, 2011). De igual modo, no se logra hacer una significativa apropiación de los procesos que fundamenta la fotosíntesis, y por lo tanto no observarlos por transformaciones, sistemas y variables.

Consecuente con lo anterior, reducir la fotosíntesis desde un enfoque unidireccional que no deja ver las transformaciones y la convertibilidad de la energía, en ocasiones, conlleva a que los estudiantes tiendan a no comprender qué sucede con dicha energía, cómo puede ser captada y transformada, desconociendo que esta convertibilidad puede plantearse a partir del principio de conservación de la energía.

Así mismo, es interesante destacar algunos de los modelos explicativos de los estudiantes, con respecto a la fotosíntesis y su relación con la energía; algunos de ellos son:

“Considerar que la luz proporciona energía a la planta, pero en sus discursos no establecen ningún tipo de relación con las formas de energía lumínica y química; además no explican el proceso a través del cual la luz (energía lumínica) es captada por la clorofila y cómo ésta se transforma; los estudiantes, desconocen que la energía se genera por sistemas moleculares que implican reacciones de oxidación-reducción y que la energía se manifiesta en forma de ATP por procesos de fotofosforilación; no reconocen que la finalidad de la fotosíntesis es generar energía en forma de ATP y equivalentes reductores para la síntesis de glucosa; que estos procesos implican una fase foto dependiente y otra fase independiente

de luz, de igual modo desconocen la función de la luz, del agua, del dióxido de carbono y la función de la clorofila” (Velásquez , 2011, p. 62)

En esta perspectiva se puede observar cómo los estudiantes en sus discursos, expresan concepciones simples y generales con respecto al proceso fotosintético, ocasionando de esta forma, que se dé un desconocimiento de los eventos moleculares y energéticos que ocurren en este fenómeno. Lo anterior, podría generar en los estudiantes dificultades a la hora de aprender y entender la fotosíntesis, por lo que se hace fundamental dejar de lado la transmisión directa de conceptos y la implementación de metodologías simplistas.

En este sentido, para abrir espacios en los cuales se pueda abordar desde un enfoque más global el fenómeno fotosintético, y por ende facilitar su apropiación y comprensión, es fundamental considerar y explorar los procesos de transformación, conversión, indestructibilidad y transferencia de energía que se dan en este fenómeno. Por ello, se hace pertinente poder plantear nuevas formas didácticas para la enseñanza de la fotosíntesis apoyadas en el análisis de la perspectiva de Robert Mayer, considerando que la manera particular en que formaliza el principio de conservación de la energía y de asumir la interdependencia de los fenómenos, posibilita, para la enseñanza de la fotosíntesis, un enfoque más integral y por consiguiente una resignificación más acertada.

CONTEXTUALIZACIÓN DE LOS FENÓMENOS MECÁNICOS EN LA PERSPECTIVA DE MAYER.

Contexto histórico de Robert Mayer

En esta investigación, se realiza un análisis de la manera como Robert Mayer formaliza el principio de conservación de la energía, por considerar que su particular manera de abordarlo desde la causalidad como función; posibilita que la

fotosíntesis se re signifique en términos de transformaciones interdependientes, indestructibles y convertibles.

En este sentido, se hace significativo hacer un acercamiento al contexto histórico de Robert Mayer y algunos de los acontecimientos que posibilitaron dar inicio a la formalización del principio de conservación de la energía; destacando que si bien fueron muchos los científicos que hicieron sus aportes, concepciones y construcciones para la consolidación de este principio, Mayer es quien a partir de su manera poco usual y revolucionaria de abordar los problemas de la ciencia; organiza a partir de sus experimentos mentales los fenómenos y la construcción de sus explicaciones.

Así que para destacar algunos aspectos importantes, se hace referencia a Mayer como un médico apasionado por su oficio, lo que lo llevo a realizar viajes y a enrolarse en un barco por las indias orientales holandeses. En este significativo viaje percibió algo que le resultó llamativo mientras practicaba sus habituales sangrías: observó que las diferencias de color entre la sangre arterial y la venosa era menor en el trópico que en los climas moderados. Concluyendo que a temperaturas mayores el cuerpo humano generaba menos energía por combustión, lo que lo llevo a plantear la equivalencia entre el trabajo físico y el calor. Si bien, para Mayer la medicina se convertía en algo importante, el interés por la física fue aumentando en la medida que su mundo se iba explicando a través de fenómenos físicos, donde sus diferentes observaciones y experimentos mentales dieron un salto conceptual a la idea de que el trabajo, el calor y las otras formas de la energía, como la química realizada por la oxidación de la comida en el cuerpo, pueden ser intercambiables (Gómez, 2005). Lo anterior, le permitió considerar el carácter intercambiable y transformable de las energías de la naturaleza.

Así mismo en el año 1842 Mayer, generalizó estas ideas al resto de la naturaleza y propuso la existencia de un principio básico, el principio de conservación de la energía, en su ensayo titulado: *observaciones sobre las energías de la naturaleza inorgánica*, donde a partir de sus “experimentos pensados” hizo ver que partiendo

del principio que establece que una causa es igual a su efecto y a su vez que este efecto puede ser igual a su causa y considerando que las energías son causas y efectos capaces de asumir varias formas, da pie a pensar en la energía como entidad indestructibles e interconvertibles. Para sustentar lo anterior, Mayer expone que los cambios se dan a expensas de otros cambios y a partir de las distintas interacciones que se den entre las fuerzas. Esto puede ser evidenciado en el siguiente razonamiento: *Si friccionamos dos planchas de metal entre ellas, hacemos que el movimiento desaparezca y, por otro lado, observamos la producción de calor*, por lo tanto, la fuerza está asociada con el movimiento y a su vez, el movimiento puede ser causa de calor, así, una causa puede ser un efecto y un efecto puede ser una causa (Mayer, 1973). De igual modo, demuestra que pueden existir varias causas para un mismo efecto y que su vez una fuerza existente no puede convertirse en cero sino que debe de aparecer de otra forma.

Por otra parte, es importante resaltar que los razonamientos y argumentos que Mayer establecía eran casi de tipo cualitativo, lo anterior se hace comprensible si se tiene en cuenta que éste no contaba con las facilidades para realizar experimentos, además de no encontrar con ninguna cooperación por parte de los físicos de su época. Así pues, el estilo filosófico de Mayer en su época, no convencía aquellos que se habían acostumbrado a definir la ciencia en función de los cálculos matemáticos Newtonianos y la experimentación cuantitativa. Sin embargo, su mirada particular de fundamentar el principio de conservación de la energía presentaba un nuevo punto de vista para su tiempo, que podría servir para unificar disciplinas que se consideraban separadas. Mayer desarrolló su principio de indestructibilidad y convertibilidad de la energía en una serie de ensayos, dando pruebas de ellos, por medio de cálculos, mostrando así el principio con notable audacia, sagacidad y perfección con los procesos químicos, físicos astronómicos y biológicos (Holton, 1989).

Con respecto a lo anterior, es imperativo mencionar que los trabajos realizados por Mayer no eran reconocidos y fueron rechazados en su época, porque en primera instancia, su profesión no radicaba en la física sino en la medicina, y en

segundo lugar, porque sus discursos eran entendidos como metafísicos, además, al no tener una base fuerte en conocimientos matemáticos, no se consideraba que sus experimentos fueran realmente valiosos y bien estructurados. No obstante, a partir de sus premisas definió importantes conclusiones que fueron significativas y dieron un gran aporte al desarrollo del principio de conservación de la energía, siendo éste uno de los logros más interesantes en la historia de la física, ya que éste concepto fundamental se enmarca en nuestros días en uno de los pilares de la física moderna y Mayer fue el primero en establecer la percepción y desarrollo del concepto de la relatividad (Gómez, 2005). Tiempo después, sus trabajos fueron reconocidos y destacados como innovadores y auténticos, además de ser testigo del triunfo de sus ideas y colmado de honores en sus últimos años de su vida.

La formalización de los fenómenos físicos.

Abordar el proceso de formalización supone, por una parte, crear las condiciones para la organización de la fenomenología y, por otra, la construcción de magnitudes y relaciones que posibilitan el proceso de dar forma al fenómeno; en este caso particular, se trata de los procesos de fotosíntesis. Conviene entonces resaltar que esta actividad implica un proceso de recontextualización que posibilita examinar el contexto, las condiciones y circunstancias que dieron lugar a la construcción del concepto, ley o principio.

En este contexto de significación, la recontextualización es asumida como un proceso que le posibilita al maestro, atendiendo a una intencionalidad pedagógica, ubicar el concepto, ley o principio en el contexto específico en el que se desarrolló, examinarlo y traerlo al contexto actual de la enseñanza. Esto significa rodearlo de un entorno y de un conjunto de elementos que combinados y dotados de nuevos significados, permitan mejorar su concepción en el contexto escolar. Resaltándose, que esta actividad implica crear nuevos discursos, proponer nuevas

estrategias y reorganizar los conocimientos con la finalidad de que estos puedan adaptarse al contexto escolar y se logre su comprensión.

A sí pues, el interés se centra en examinar los procesos de construcción, relación y procedimiento que permitieron la formalización y el análisis de las circunstancias que posibilitaron la comprensión que hoy se tiene del principio de la conservación de la energía y los procesos fotosintéticos. En este sentido, es lícito pensar que esto no sólo permite una reorganización conceptual, sino que además posibilita maneras particulares de asumir la ciencia, el conocimiento y desde luego maneras particulares de enseñar el concepto de fotosíntesis desde el principio de conservación de la energía.

Por lo anterior, se destacan algunos de las circunstancias que dieron inicio a la formalización y contextualización del principio de conservación de la energía. Resaltándose que la construcción de la conservación de la energía se establece frente a la necesidad de un cambio de concepción, que predominaba en el siglo XVIII donde se tenía una mirada unidireccional del principio de causalidad. Los efectos eran analizados a partir de explicaciones de orden causal, es decir, los fenómenos eran efectos que obedecían a unas causas únicas y todo se reducía a movimiento. En este contexto, reducir todo a movimiento posibilitaba construir explicaciones en términos de fuerzas. No obstante, en el siglo XIX, se presenta un cambio de rumbo, empiezan a manifestarse importantes dudas, basadas en los nuevos problemas que ante la física planteaban la termodinámica, la óptica y la teoría de la electricidad. En éstas se formulaba la imposibilidad de que se cumpliera una relación unilateral de dependencia de los fenómenos, como se consideraba que ocurría en la relación de causa a efecto, se cuestionaba la relación lógica entre un antes y un después.

A hora bien, todos estos acontecimientos generaron algunos cambios de rumbo no solo en el objetivo de la ciencia sino también en sus métodos, por ello la física causalista y mecanicista es desplazada por el fenomenismo, aportando un cambio radical en las formas del pensamiento humano; que no solo daba solución a los cuestionamientos que surgían en este contexto, si no que apoyaba el sentido y la

razón frente a problemas que tanto el hombre y la física se habían planteado en éste (Cassirer, 1986).

Con respecto a lo anterior, se tenía claro que eran muchos los fenómenos que inquietaban al hombre en su momento. Se sabía que se daban algunas transformaciones en la naturaleza y que estaba ahí la conservación de la energía, de la cual no se daba afirmación alguna, de lo que sí se afirmaba era que la naturaleza se comportaba de esa manera; pero sólo hasta ese momento esos elementos que la naturaleza le estaba brindando al hombre para ser observados, se volvieron accesibles y reconocibles, lo que motivó a que muchos investigadores indagaran sobre esas transformaciones, pues cada uno de los diferentes pensadores aludió al principio y aportó a su desarrollo de una forma diferente, sin llegar a mencionar lo mismo (Kuhn, 1982).

Este cambio de perspectiva hace que el hombre observe y estudie los fenómenos desde la globalidad, es decir desde la interdependencia, donde no solo se replantea la causalidad como una función sino que además, se constituye en un nuevo modo de ver por sistemas, estados y transformaciones, modo de ver que resulta acorde con la expectativa energética y que se considera, posibilita una reorganización conceptual de la fotosíntesis, analizando no sólo estados sino también las transformaciones y las interacciones que suceden en éste proceso.

Es este, el contexto propicio para que Mayer hiciera sus planteamientos revolucionarios, pero que sin duda alguna, también marcan un cambio de rumbo no sólo en el objeto de estudio de la física sino también en los modos de organizar los fenómenos, aspectos que se examinan en los apartados siguientes.

Proceso de formalización del principio de conservación de la energía desde la perspectiva de Mayer.

Antes de entrar en los detalles sobre la formalización en Mayer, es necesario precisar que, en este contexto de significación la formalización es entendida no

como aquel "proceso que se refiere únicamente al uso y adaptación de formas aritméticas o geométricas para organizar la experiencia; sino como un proceso del pensamiento a través del cual se da forma a los propios modos internos de reconocer y elaborar el mundo" (Ayala , Garzón & Malagón, p. 21, 2008).

En los análisis realizados a la perspectiva de Mayer, se logran evidenciar algunas estrategias que se constituyeron en una manera fructífera de formalizar los fenómenos y de resolver algunos problemas de su época: el establecimiento de condiciones iniciales y la formulación de los principios de indestructibilidad y convertibilidad como posibilitadores del principio de conservación de la energía. A si mismo, se logra observar como Mayer a partir de sus propias construcciones y experimentos mentales fundamenta la conservación de la energía.

En esta medida, se resalta la importancia de darle significado a la fotosíntesis en terminos del principio de conservación de la energía y de su formalización, como parte esencial de la construcción del conocimiento que posibilita dar forma a las cosas, estados y transformaciones que acontecen en el mundo para poderlas reconocer, modificar y proyectar en un contexto determinado (Ayala & otros, 2008).

Establecimiento de condiciones iniciales en el proceso de formalización.

En sus memorias tituladas "Observaciones sobre las Fuerzas de la Naturaleza Inanimadas" Mayer (1842), introduce una manera poco usual de abordar los problemas de la ciencia. En su enfoque, la fuerza se constituye en el concepto estructurante de la física y deja de ser un accidente de la materia. Para esta época, este concepto no alcanzaba las precisiones que se había logrado con el concepto de materia y se constituye en objeto de exploración por muchos investigadores. Mayer (1842), al tratar de dar respuesta al problema sobre cómo pueden ser asumidas las fuerzas y cómo se comportan las fuerzas entre sí, introduce el concepto de energía y conservación de la energía que años después se constituye en un concepto fértil en la organización de los fenómenos.

La manera de concebir la fuerza como un accidente de la materia llevaba a la consideración y separación del orden material y el orden dinámico. En la naturaleza se consideraban dos tipos de causas: La primera categoría comprende las causas que poseen las propiedades de ser ponderables e impenetrables; estas son las materiales y hacen alusión a una característica cuantitativa que sólo es posible identificar a través de propiedades como el peso y el volumen. La materia es entendida en términos de indestructibilidad al igual que la fuerza. La segunda abarca las causas que carecen de esas propiedades; estas son las fuerzas, definidas como objetos indestructibles, variables e imponderables. Por esto, la característica fundamental de toda fuerza, es la indestructibilidad asociada con variabilidad. Se trata, por lo tanto, de una causa a la que se le atribuye la virtud muy particular de producir un efecto sin disminuir ella misma (Mayer, 1842). En aquel momento, la experiencia indicaba la posibilidad de convertir materia en fuerza o viceversa. Conviene precisar que en Mayer la fuerza no debe entenderse en el sentido newtoniano, sino en términos de lo que hoy se conoce como energía.

La causa material (como el movimiento) puede cesar sin producir ningún efecto; mientras que la fuerza como causa dinámica, al ser indestructible, no puede anularse, pero sí puede transformarse en otro fenómeno. Es justamente este enunciado que, posteriormente da lugar al principio de conservación de la energía, lo que permite asegurar que, la conservación de la energía es una consecuencia de asumir que la fuerza no puede anularse pero si se pueda transformar en otros fenómenos.

Pero a la base de todo esto está, como condición inicial incuestionable, el principio de causalidad, *causa aequat effectum*. Es oportuno entonces subrayar el nuevo problema que se debe enfrentar: si los fenómenos con causas materiales pueden cesar y si la única posibilidad de las causas dinámicas (fuerzas) es la de transformarse, entonces, ¿qué otra forma puede tomar la fuerza que hemos aprendido a conocer como fuerza de caída y como movimiento? (Mayer, 1973). Por otra parte, en este nuevo enfoque con la fuerza como objeto físico, surgen modos distintos de reorganizar los fenómenos y la fuerza posteriormente será

traducida como energía, concepto que ocupará un lugar importante en la nueva forma de ver el mundo.

En términos generales se puede decir que, para Mayer (1973) formalizar el Principio de Conservación de la Energía, parte de la formulación del principio de causalidad, indestructibilidad de la materia y la convertibilidad de los fenómenos. Estas condiciones iniciales las aborda a partir de una conceptualización sobre la materia, fuerza (energía), movimiento y calor.

La indestructibilidad y la convertibilidad como principios estructurante en el proceso de formalización de la conservación de la energía.

En el proceso de formalización del principio de conservación de la energía, Mayer asume dos principios que caracterizan su modo de ver y su particular manera de organizar los fenómenos: La indestructibilidad de la materia y la fuerza y, la convertibilidad de los fenómenos. A continuación se hace referencia a cada uno de estos principios.

- La Indestructibilidad de la materia y de la fuerza.

Para comprender la indestructibilidad de los fenómenos, se plantea el siguiente razonamiento de Mayer:

"La causa es igual al efecto. Si la causa c tiene el efecto e , entonces $c=e$. Si e es a su vez la causa de otro efecto f , $e = f$ y así: $c = e = f = \dots = e$. Como es evidente para la naturaleza de una ecuación, en una cadena causal de este tipo, ni un miembro ni la parte de un miembro puede nunca ser cero. Esta propiedad de todas las causas la llamamos su indestructibilidad". (1973, p. 277).

De este planteamiento, se desprenden aspectos bien interesantes: en primer lugar la causalidad es significada como una función en donde la interdependencia de los fenómenos es el factor importante. En segundo lugar, como consecuencia de lo

anterior, la energía puede ser asumida como causa de otros fenómenos o de otro efecto, que desencadena en una serie de consecuencias que la contienen en su totalidad o parcialmente. En el caso de contenerla parcialmente, debe pensarse en otras manifestaciones, pero en ningún caso será aniquilada o reducida a cero. En este sentido, se puede decir que, es justamente la consideración de la indestructibilidad de la materia y de las fuerzas lo que le permite a Mayer asumir la indestructibilidad de la energía y en consecuencia la conservación de la energía.

- Principio de Convertibilidad.

El Principio de Convertibilidad desde esta perspectiva causal, permite considerar las causas como generadoras de unos efectos, que a su vez, son considerados causas creadoras de otros efectos, esto es:

"si la causa C ha producido un efecto e, entonces, por lo tanto, C ha dejado de existir convirtiéndose en e; si después de la producción de e, C subsistiera aún, en todo o en parte, entonces a esta causa subsistente debería corresponder un efecto adicional; luego el efecto de C debería ser mayor que e ($C > e$), lo que es contrario al supuesto $C = e$. Por lo tanto, como C se convierte en e, y a la vez éste se convierte en f, etc. Debemos considerar estas magnitudes como las diferentes formas de manifestación de un sólo y mismo objeto" (Mayer, 1973, p. 277).

Bajo el principio de indestructibilidad, la causa es igual al efecto; pero dentro del principio de convertibilidad se contempla la posibilidad de que la causa no se convierta totalmente en su respectivo efecto, sino que de modo parcial, lo que resta de la causa, genera efectos adicionales rompiendo con la igualdad de la ecuación. Es en éste sentido, que los efectos de la causa inicial superan al efecto. La combinación de estas propiedades, le permitió a Mayer afirmar que las causas son objetos cuantitativamente indestructibles y cualitativamente convertibles, ya que obedecen a expresiones propias de un objeto. Tal reflexión, reafirma la característica imponderable de las causas y en últimas de la energía.

Finalmente, esta manera particular de Mayer significar el principio de conservación de la energía y de asumir la interdependencia de los fenómenos, justifica la posibilidad de darle a la enseñanza de la fotosíntesis un enfoque más global, al considerarse que, estos procesos conllevan ejemplos pertinentes y significativos que permite ejemplificar la transformación e indestructibilidad de la energía.

APORTES HISTÓRICOS AL CONCEPTO DE FOTOSÍNTESIS

Tener en cuenta la conceptualización de la fotosíntesis a partir de los aspectos históricos y epistemológicos, posibilita reconocer cómo este concepto se ha ido construyendo a lo largo de historia, cuáles han sido las ideas y argumentos que han surgido por parte de los científicos y otros personajes para consolidarlo y consensuarlo.

Por ello en esta investigación se hace fundamental, reconocer algunos eventos o contribuciones que han aflorado sobre los procesos fotosintéticos, no obstante se referencian aquellos que de acuerdo a las intencionalidades y objetivos de los investigadores aportan significados al objeto de estudio y al proceso investigativo.

En este sentido se cita, la revisión realizada por Cañal en el año 1992, sobre algunos de los aportes históricos con relación al proceso de fotosíntesis.

Desde los aportes y concepciones sobre fotosíntesis se mencionan, las hechas por ARISTÓTELES, el cual mantenía que las plantas eran incapaces de elaborar y transformar sus propio alimento, por lo que éstas debían adquirirlo ya elaborado por el suelo a través de sus raíces (Wojtrowiak 1986, Giordan et al 1987, Babor e Ibarz 1962, Bazan 1984). Por otra parte, Alberto Magno, consideró que los árboles que podían desarrollarse y crecer con menos ramas o más delgados, en espacios o lugares con sombra, se debía no por la falta de luz que pudiera llegar a éstas sino por la carencia de calor, pues el calor del suelo favorece la absorción del alimento por las raíces (Crombie Wojtrowiac 1986, citados por Cañal, 1992).

A hora bien a partir de los experimentos de Van Helmont, se pudo establecer que las plantas podían transformar las sustancias a través del proceso de

transmutación, demostrando que el agua por medio de éste proceso produciría cualquier otra sustancia; concluyendo de esta forma, que la alimentación de las plantas no implicaba solo la tierra o el suelo sino también el agua y el aire. A su vez, de desde MALPIGHI, se le asigna una función a las hojas, éstas eran estructuras capaces de transformar sustancias simples como el agua en materia más compleja. Por su parte MARIOTTE, reconoce la luz como algo importante para las plantas, (Losada 1970, citado por Cañal, 1992), de igual manera para Grew, el sol, el agua y la tierra son aspectos que juntos contribuyen a la alimentación de la vegetación. Para HALES, el aire debía ser tomado por las hojas, el cual se podía manifestarse como alimento de la planta; asumiendo la luz como aspecto, que al entrar a la superficie de la hoja y las flores permite su crecimiento. BONNET, por su lado observó el desprendimiento de oxígeno al exponer la planta a la luz del sol (Nash 1964, citado por Cañal, 1992), en este sentido, INGEN-HOUSZ, consideró que las plantas solo producen el oxígeno cuando está en presencia de la luz solar, mientras que en la noche emiten el gas carbónico, señalando que las partes verdes de los vegetales son las que absorben la luz y el carbono para luego desprender el oxígeno. Sin embargo, SENEBIER, plantea que para que se pueda dar la producción de oxígeno en la planta no solo se necesita de la luz sino también del Dióxido de Carbono, que será descompuesto para producir oxígeno y generar sustancias carbonadas.

Los experimentos de BERTHOLLET, propician las bases para pensar, que el oxígeno que liberaban las plantas no provenía del gas carbónico sino del agua. No obstante desde DE SAUSSURE, se demuestra que los vegetales pueden descomponer el agua; de este modo, el oxígeno procederá tanto de gas carbónico proveniente del aire como del agua. Por ello, manifiesta concordancia con lo establecido por Ingen-Housz, quien, determinó la existencia de dos tipos de intercambio gaseoso en las plantas; uno realizado en presencia de luz y el otro en la oscuridad. Determinándose que los tejidos de los vegetales absorben el CO_2 , y la liberación del oxígeno se da solo en presencia de la luz (Losada 1970, Baker y Allen 1970, Asimov 1968, Mazliak 1976, Rumelhard 1985, Nash, citados por Cañal, 1992).

MAYER, a partir de su principio de conservación de la energía, establece que las plantas absorben la energía luminosa y la transforman en energía química, de este modo reconoce el papel de las plantas en el ciclo de la materia y la energía (Cogua, 2011 citado por Sáenz, 2012).

Asimismo, WILHELM ENGELMANN, propuso que los procesos de fotosíntesis depende de la absorción de la luz, hecha por la clorofila (Cogua, 2011, citado por Sáenz, 2012). De igual manera, a través de las contribuciones de BLACKMAN, se confirmó que estos procesos se realizaban en fases dependientes de la luz o independientes de la temperatura, lo que permitió reconocer, que la fotosíntesis, se deriva de reacciones lumínicas y reacciones oscuras o enzimáticas. Entendiéndose desde HILL, que la ruptura del agua que ocurre en una de estas fases es debida al efecto de la luz (fotólisis), en ausencia de la fijación del CO₂, (Salisbury y Ross, 1994, citados por Sáenz, 2012).

Con respecto a los experimentos de DANIEL ARNON, se determinó que la formación del ATP, es la molécula por medio de la cual la energía lumínica puede ser absorbida por la clorofila y los demás pigmentos que participan en la fotosíntesis. En este sentido se reconoce, que la energía lumínica se conserva en energía química gracias a los enlaces de energía que proporciona el ATP (Curtis y Barnes, Citado por Sáenz, 2012).

MODELOS TEÓRICOS SOBRE EL CONCEPTO DE FOTOSÍNTESIS

Con respecto a los modelos explicativos, que han surgido a través de la historia de la evolución del concepto de fotosíntesis en las plantas, se distinguen aquellos que hacen referencia, en una primera instancia a la analogía planta- animal (siglo IV a. c), los cuales centraban sus explicaciones con relación al procesamiento de las sustancias. "Ambos admiten que las plantas consumen sus alimentos de la tierra, pero la diferencia estriba en que para unos, estos alimentos están digeridos en la tierra misma, y para otros, es la planta la que se encarga de hacer esas transformaciones"(Sáenz, p. 4 2012).

Desde la perspectiva de Aristóteles, se concibe que las plantas toman su alimento del exterior de la tierra, a partir de las raíces. Por ello, el suelo se asume como el lugar en el cual se dan todas las transformaciones digestivas; no obstante, la planta incorpora por sus raíces los alimentos ya digeridos. Estos nutrientes ya transformados en el suelo, es lo que Aristóteles llamó el humus (Sáenz, 2012). En este sentido, "las transformaciones o procesamiento de las sustancias orgánicas (Humus) e inorgánicas (agua y sales minerales) ocurren directamente en el suelo" (Velásquez, p. 37, 2011).

Por otra parte, al realizarse diferentes estudios sobre la estructura vegetal, se determinó que las plantas eran seres capaces de transformar sustancias, al encontrarse que "las propiedades de las sustancias extraídas por la planta del suelos (agua, sales etc.), eran muy distintas a las que tenían los materiales localizados en la planta misma (madera, fibra vegetal, etc.)" (Sáenz, p. 5, 2012).

De esta forma, se planteó que los procesos de transformación de sustancias que podían desarrollar las plantas, debían tener lugar en las hojas, espacios en los cuales los materiales ya transformados en alimento debían viajar a través de la planta, por medio de un sistema circulatorio (Malpighi, citado por Sáenz, 2012). Por lo anterior, "la sabia es vista como el líquido sanguíneo de las plantas" (Bryan & Nash, citados por Sáenz, p. 6, 2012).

Los anteriores planteamientos sobre la fotosíntesis hacen alusión al *MODELO EDÁFICO*, el cual afirma que las plantas obtienen del exterior el alimento, principalmente del suelo a través de sus raíces.

Por otro lado, se da inicio a los estudios sobre las posibles actividades internas o procesos químicos que realizaban las plantas. Sin embargo, para la época no se contaban con muchos experimentos que demostraran cómo ocurrían dichas reacciones o procesos. "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*" (Velásquez,

p. 37, 2011). En este sentido, la transmutación fue vista como un proceso en el cual los materiales o las sustancias podían ser transformados en otras.

Van Helmont por su parte, realizó un importante experimento en el cual demostró que las plantas "transforman o transmutan el agua en madera hojas y raíces, dándose de esta forma, un distanciamiento del modelo explicativo de la analogía planta- anima" (Sáenz, p. 7, 2012). Concluyendo a su vez, que la alimentación no es exclusivamente edáfica, pues al suelo se une el aire e incluso el sol, como fuentes de alimento que se transforman por transmutación (Hales), por combinaciones entre sustancias sencillas (Grew), o finalmente por cambios químicos (Lavoisier). (Citados por Velásquez, 2011).

Ahora bien, es importante resaltar, que en esta investigación se tuvieron en cuenta los aspectos o características relacionadas con el modelo de transmutación, el edáfico y el modelo pre científicos molecular, este último se caracterizó en función de considerar fotosíntesis con aspectos concernientes a los planteamientos de Robert Mayer que a continuación se expondrá.

Resumen: Características de los modelos teóricos sobre fotosíntesis.

MODELO TEÓRICOS	CARACTERÍSTICAS
<p align="center">Modelo Edáfico (ME)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • La planta obtienen del exterior el alimento, principalmente del suelo, a través de sus raíces. • Las transformaciones o procesamiento de las sustancias orgánicas (humus) e inorgánicas (agua y sales minerales) ocurren directamente en el suelo. • Las plantas desarrollan proceso de transformación de sustancias que tienen lugar, en las hojas.

<p style="text-align: center;">Modelo de Transmutación (MT)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Las plantas transforman o transmutan el agua en madera, hojas y raíces. • El suelo no es la única fuente de alimento para la planta, pues a éste, se unen el aire y el sol, para ser transformados por transmutación.
<p style="text-align: center;">Modelo pre-científico molecular (MPM)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • La fotosíntesis se realiza en organelas llamadas Cloroplastos, en los cuales, se encuentran pigmentos como la clorofila; molécula que da color verde a las hojas y absorbe la energía lumínica dentro de estos procesos. • El proceso de fotosíntesis implica reacciones dependientes de la luz y reacciones independientes de ésta. • Las reacciones dependientes de la luz implica la captura de la energía solar y la conversión de ésta en química. En estas reacciones se da el flujo de electrones y la producción de ATP y NAPH (moléculas portadoras de energía) liberándose como subproducto, el oxígeno. • Las reacciones independientes de la luz, se realizan en los Estromas, utilizando la energía proveniente de las reacciones luminosas para impulsar la síntesis de glucosa y otras moléculas orgánicas.

RECONTEXTUALIZACIÓN DE LOS PROCESOS FOTOSINTÉTICOS A PARTIR DEL PRINCIPIO DE CONSERVACIÓN DE LA ENERGÍA.

Recontextualizar fotosíntesis en los términos propuestos por Mayer centrados en el principio de conservación de la energía, supone ciertas ventajas a lo hora de significar dichos fenómeno, pues se considera que durante la recontextualización de discursos y saberes se construyen nuevas transformaciones y reorganizaciones adaptadas al contexto de la enseñanza, es decir, tener una mirada clara de la cultura y las situaciones concretas en las que se desenvuelve

cotidianamente la acción educativa, posibilita tomar conciencia de los cambios en el significado de los conceptos y en su articulación respectiva (Granés, & Caicedo, 1997). Además, pensar en esa recontextualización es reflexionar acerca del conocimiento y formalizarlo, a través de la experiencia y el lenguaje en toda forma de argumentación crítica del estudiante y los docentes.

En esta medida, se piensa la fotosíntesis como un proceso visto desde el principio de conservación de la energía, puesto que implica una transformación de energía luminosa a energía química a partir de moléculas como el dióxido de carbono (CO₂) y el agua, además de la fijación del carbono en compuestos orgánicos y la liberación de oxígeno.

Por otra parte es imperativo mencionar que la fotosíntesis es un proceso que lo realiza organismos como las plantas, algas eucariotas y algunas bacterias. Sin embargo, esta investigación se centró en el estudio de la fotosíntesis en plantas terrestres.

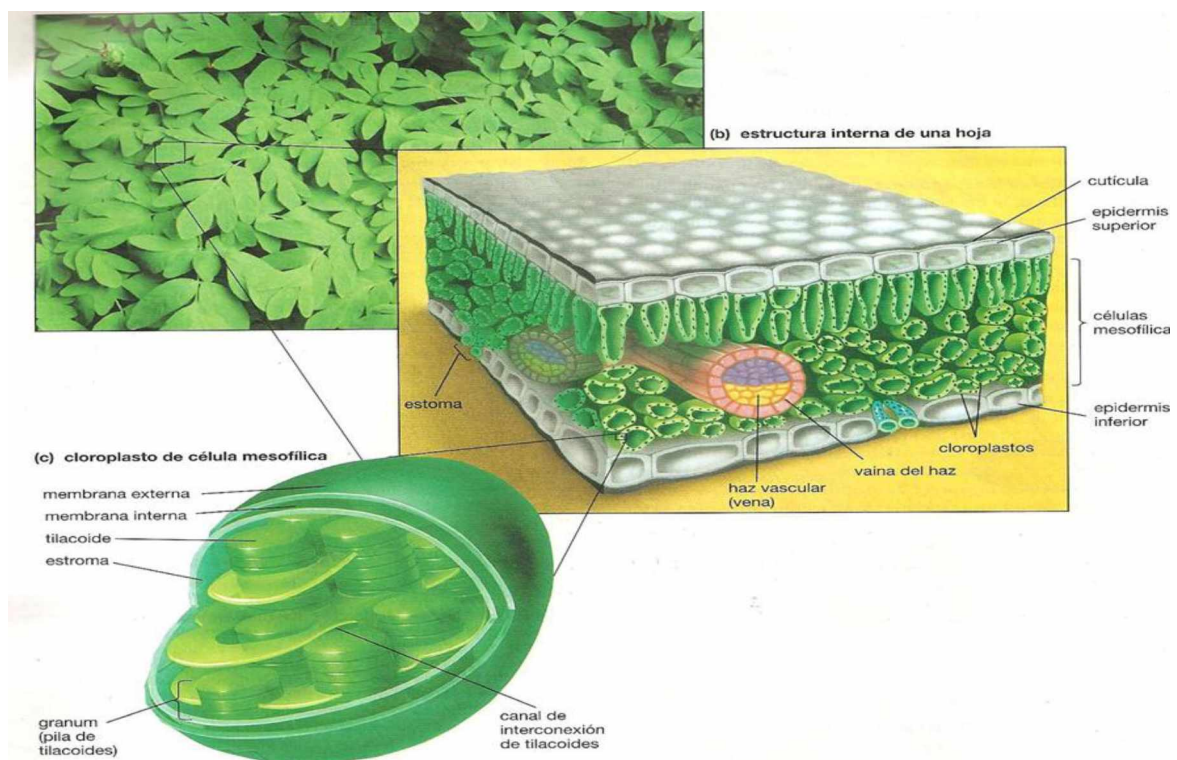
En este sentido, los procesos fotosintéticos ocurren dentro de organelas llamadas cloroplastos presentes en las hojas y tallos verdes, compuestos por una doble membrana externa que encierra a un medio semifluido, llamado estroma, en los cuales se encuentran bolsas membranosas interconectadas con forma de disco o sacos aplanados llamadas Tilacoides (Membranas internas que contienen pigmentos fotosintéticos y en las cuales se efectúan las reacciones dependientes de la luz). (Audesirk & Audesirk, 2003).

Ahora bien, en la fotosíntesis las hojas cumplen una importante función ya que sus estructuras están adaptadas para que este proceso se lleve a cabo, la forma aplanada de las hojas expone un área considerable al sol, y su diminuto grosor garantiza que la luz solar pueda penetrar en ellas y llegar hasta los cloroplastos, los cuales son los que captan la luz solar. En esta medida, la hoja adquiere del aire el CO₂, a partir de poros ajustables llamados estomas, los cuales tienen la capacidad de abrirse y de cerrarse para recibir el dióxido de carbono. Es de anotar, que estos poros están presentes en la epidermis, capa de células

transparente y cerosa que le da impermeabilidad a la hoja y permite que se disminuya la evaporación del agua que se encuentra en ella. (Audesirk, Audesirk, 2003). Asimismo, dentro de las hojas se encuentran un conjunto de células llamadas Mesófilo, ubicadas en la parte media de las hojas que contiene gran cantidad de cloroplastos y que por tanto, es el lugar donde principalmente se da la fotosíntesis (ver figura 1).

Figura 1: Estructuras fotosintéticas.

(a) La fotosíntesis se efectúa en los cloroplastos, que primordialmente se encuentran en las hojas de las plantas terrestres. (b) Corte seccional de una hoja con (c) un solo cloroplasto aislado y amplificado. (Tomado de Audesirk & Audesirk, p. 117, 2003).



Las reacciones de la fotosíntesis.

El proceso de la fotosíntesis implica reacciones dependientes de la luz (ocurre en presencia de luz) y reacciones independientes de la luz (la luz no interviene directamente, pero necesita de la energía proveniente de la fase lumínica), donde cada una se realiza en un lugar distinto del cloroplasto, sin embargo las dos reacciones se acoplan a través de moléculas portadores de energía (Audesirk & Audesirk, 2003).

No obstante, es conveniente mencionar algunas particularidades con respecto a los pigmentos que participan en la fotosíntesis y por ende en la captación de la energía luminosa, paso fundamental para que se dé inicio a este proceso.

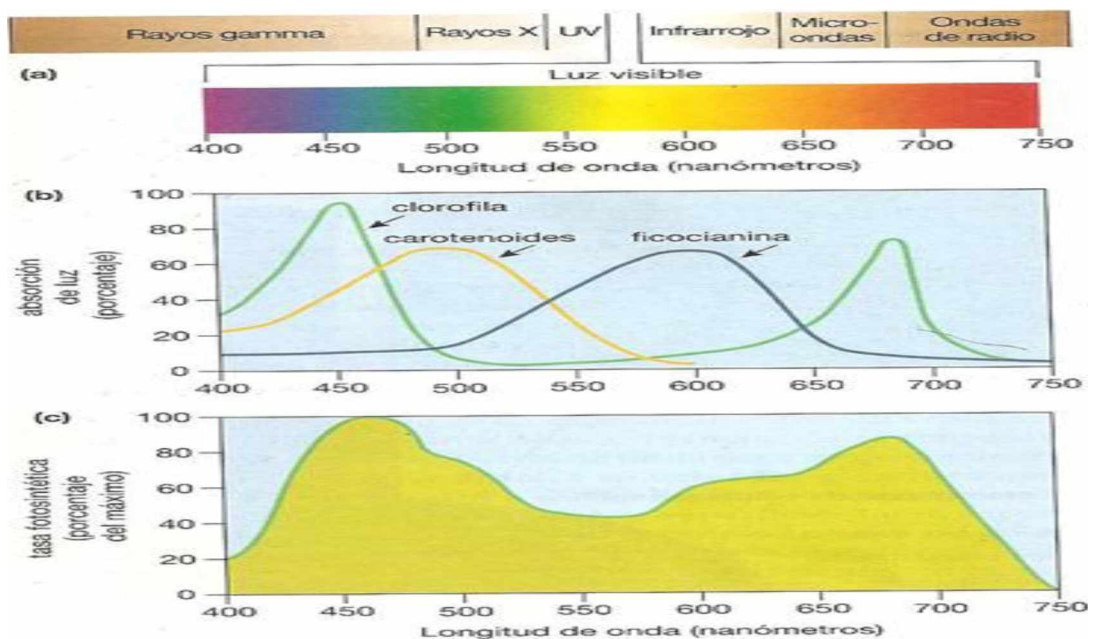
Pigmentos fotosintéticos.

Dentro de los cloroplastos, se encuentran pigmentos o moléculas capaces de capturar cierta cantidad de energía lumínica o luz visible. Estos pigmentos incluyen a las clorofilas, los carotenoides y las ficocianinas, cada uno de ellos absorben longitudes de onda de la luz diferente. La clorofila, la cual es una molécula implicada en la fotosíntesis, pigmenta las hojas y absorbe longitudes de onda que corresponden al violeta, al azul y al rojo; pero refleja la luz verde, por lo que la observamos de dicho color. (Raven, Evert, & Eichhorn, 1991). Gran parte de las hojas, se ven verdes debido a que son ricas en este tipo de pigmento. Con respecto a los carotinoides éstos por su parte absorben luz azul y verde y irradian principalmente la amarilla, anaranjada o roja; las ficocianinas a su vez absorben longitudes de onda verde y amarilla y reflejan ondas de luz azul o púrpura (Audesirk & Audesirk, 2003). Es importante mencionar que, todas las longitudes de onda absorbidas por estos pigmentos pueden llegar a activar en cierto punto el proceso de fotosíntesis como se puede observar en la figura 2.

Existen diferentes tipos de clorofila presentes en las plantas terrestres, como la clorofila *a* y la clorofila *b* (pigmento que ayuda ampliar el espectro de absorción de

la luz en la fotosíntesis), éstas difieren entre si por algunas características particulares de su estructura. No obstante, en el momento que un pigmento absorbe energía lumínica, en este caso la clorofila *b*, la energía es transferida a una molécula de clorofila *a*, la cual puede transformarla en energía química, siempre y cuando esté asociada a una membrana especializada como el tilacoide. Por lo anterior, se puede observar que la fotosíntesis, relaciona transferencia, conservación y transformación de la energía; Por otro lado, la clorofila que está incluida en los tilacoides, conforma unidades organizadas que son llamadas fotosistemas. Los cuales, son utilizados para ser más eficiente la absorción de la luz, aunque sea una sola molécula de clorofila en cada fotosistema la que puede llegar a utilizar la energía, esta molécula es la que se conoce como centro de reacción del fotosistema, las otras moléculas de pigmentos se denominan de antena, que actúan como un entramado de antenas que captan la luz (Raven, Evert, & Eichhorn, 1991).

Figura 2. Absorción de la luz por pigmentos presentes en los cloroplastos y la fotosíntesis.



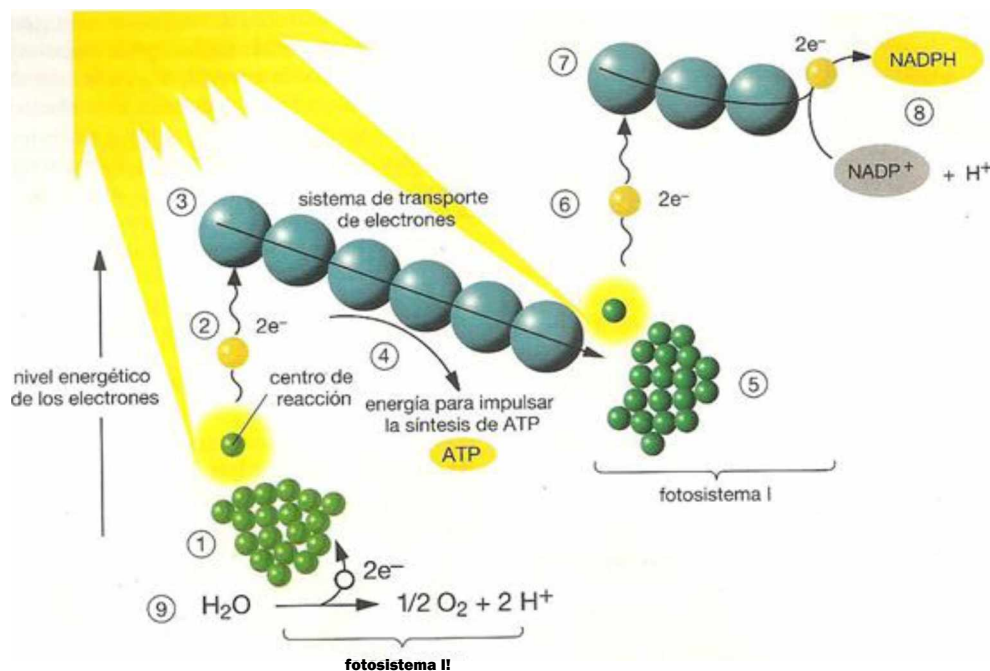
(a) Pequeña parte del espectro electromagnético (Barra superior), la cual consiste en longitudes de onda que corresponden a los colores del arcoíris. (b) los diferentes pigmentos absorben de manera selectiva ciertos colores, donde se observa a partir de la altura de las curvas la capacidad que cada pigmento tiene para absorber la luz del color. La clorofila absorbe intensamente la luz violeta, azul y roja. (c) la fotosíntesis, es impulsada de cierta forma por todos los colores de la luz, porque, en conjunto los pigmentos absorben parte de todas las longitudes de onda visible. (Tomado de Audesirk & Audesirk, p. 118, 2003).

Reacciones dependiente de la luz

La fase dependiente de la luz que se desarrolla en la fotosíntesis, abarca desde el almacenamiento de la energía en los fotosistemas I y II que son los centros de acumulación de pigmentos fotosintéticos, es decir, las unidades en las cuales se produce la fotosíntesis y donde se encuentran los compuestos de clorofila y otras tantas moléculas, en el Fotosistema II se forma un centro de reacción que podría definirse como una molécula "antena" que sirve para captar la luz, llamado P680 que indican la longitud de onda en que absorbe la luz, en este caso, es de 680 nanomicro. Así pues, que cuando la luz es captada por el P680 desplaza los electrones hacia un aceptor de electrones, conforme éstos se desplazan son remplazados por otros procedentes de las moléculas de agua con la finalidad de producir oxígeno. En este sentido, se observa como la energía que posibilita el flujo de electrones no cesa ni se destruye, si no que es utilizada para formar o convertir nuevas sustancias como el oxígeno, en esta conversión la molécula de P680 es capaz de extraer los electrones provenientes de una molécula de agua, cuando éstos son transferidos al P680, el agua se descompone y se disocia en protones y oxígeno gaseoso (Raven, Evert, & Eichhorn, 1991). Esta descomposición, es la que se denomina fotolisis, la cual posibilita que la energía de los protones y los electrones que se libera en este proceso siga conservándose y transformándose, en este caso la energía continua hacia el fotosistema I a lo largo de una cadena de transporte electrónico que genera un

gradiente, cuya energía se utiliza para sintetizar moléculas almacenadoras de energía ATP (Adenosin Trifosfato) a partir de ADP (Adenosin Difosfato) y Fosfato. La síntesis de ATP a partir de energía lumínica se conoce como fotofosforilación (Raven, Evert, & Eichhorn, 1991). De igual manera, la energía luminosa que es absorbida por el fotosistema I se transfiere a su centro de reacción P700, que absorben longitudes de onda de 700 nanomicrones. Los electrones activados son finalmente aceptados por la molécula de coenzima NADP y los electrones desplazados del P700 son remplazados por los electrones procedentes del fotosistema II. La energía producida por las reacciones luminosas se almacena en las moléculas de NADPH₂ y en el ATP formado por fotofosforilación (Raven, Evert, & Eichhorn, 1991).

A continuación se muestra la *figura 3*, la cual resume las fases dependientes de la luz y muestra como la energía se transforma y se conserva. (Tomado de Audesirk & Audesirk, p. 120, 2003).



1 El complejo recolector de la luz del fotosistema II absorbe luz y la energía se transfiere a la molécula de clorofila del centro de reacción. 2 Ésta energía expulsa electrones del

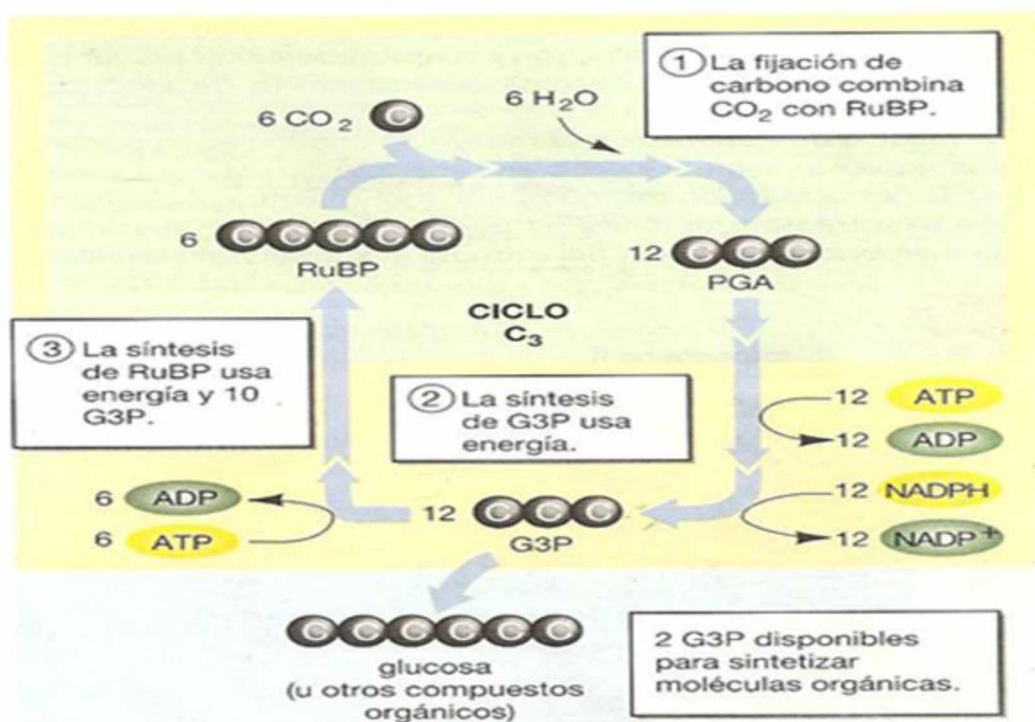
centro de reacción. 3 los electrones pasan al sistema de transporte de electrones adyacente. 4 El sistema de transporte de electrones acarrea los electrones energéticos, y parte de su energía se utiliza para bombear iones de hidrógeno al interior del tilacoide. El gradiente de iones de hidrógeno así generado puede impulsar la síntesis de ATP. 5 la luz incide en el fotosistema I y 6 lo hace emitir electrones. 7 los electrones son capturados por el sistema de transporte de electrones del fotosistema I. Los electrones que abandonaron el centro de reacción del fotosistema I son reemplazados por los provenientes del sistema de transporte de electrones del fotosistema II. 8 los electrones energéticos del fotosistema I quedan capturados en moléculas de NADPH. 9 los electrones perdidos por el centro de reacción del fotosistema II son reemplazados por electrones que se obtienen de la descomposición del agua. Esta reacción también libera oxígeno.

Reacciones independiente de la luz

Dentro de las reacciones en que se desarrolla la fase independiente de la luz o reacciones de fijación del carbono (ciclo de Calvin), ocurridas en el estroma de los cloroplastos, los paquetes de energía provenientes de las reacciones luminosas como el NADPH₂ y ATP, son requeridas para reducir el dióxido de carbono a carbono orgánico, aquí, al final de cada vuelta del ciclo, el compuesto inicial se transforma y puede formar moléculas de glucosa, este compuesto inicial es un azúcar de cinco carbonos con dos grupos fosfatos (RuBP), que al combinarse con una molécula de CO₂ forma un compuesto de 3 carbonos (PGA); gracias a las diferentes enzimas que catalizan el proceso y la energía proveniente del ATP y el NADPH éste compuesto se convierte en G3P (Gliceraldehído Trifosfato), producto inmediato del ciclo que se utilizará para sintetizar la glucosa. A su vez, las plantas en las que el Ciclo de Calvin es la única vía para la fijación del carbono en la cual el primer producto detectable de esta fijación es el PGA (ácido fosfoglicérico), se llaman plantas C₃, además, aquí la fotosíntesis está siempre acompañada por fotorrespiración (un proceso que consume oxígeno y libera CO₂ en presencia de luz), mientras que las plantas C₄ transfieren el CO₂ al Ciclo de Calvin cuando el CO₂ se fija inicialmente a un compuesto denominado fosfoenolpiruvato formando oxalacetato (compuesto de 4 carbono) que también se transforma en malato o

aspartato; de acuerdo con esto, la dinámica de estos sistemas físicos y biológicos puede identificarse con el cambio de las variables de estado y puede, en consecuencia, representarse en espacio multidimensional definido por estas variables (Castillo, 2008). Por otro lado, las plantas CAM que tienen capacidad de fijar el CO₂ en la oscuridad sin presencia de la luz, realizan este proceso por medio de la vía PEP carboxilasa, produciendo ácido málico (evidencia de otra transformación), el cual en la fase luminosa es descarboxilado, transfiriendo finalmente el CO₂ resultante al ciclo de Calvin (Raven, Evert, & Eichhorn, 1991).

Figura 4. Resumen del ciclo de Calvin, Fijación del Carbono que muestra cómo la energía se convierte y se conserva. (Tomado de Audesirk & Audesirk, p. 122, 2003).



Seis moléculas de RuBP reaccionan con 6 moléculas de CO₂ y 6 moléculas de H₂O para formar 12 moléculas de PGA. Esta reacción es fijación del carbono, la captura de carbono de CO₂ para introducirlo en moléculas orgánicas. 2 la energía de 12 moléculas de ATP y los electrones e hidrógenos de 12 moléculas de NADPH se utilizan para convertir las 12 moléculas de PGA en 12 de G3P. 3 La energía de 6 moléculas de ATP se utiliza para

reacomodar 10 moléculas de G3P y dar 6 de RuBP, lo cual completa una vuelta del ciclo C_3 . Las dos moléculas de G3P restantes se someten a un procedimiento ulterior para dar glucosas u otras moléculas orgánicas.

Este orden dinámico de la fotosíntesis es lo que permite significarla desde el principio de conservación de la energía y lo que indica que la energía no puede anularse sino transformarse, dando importancia a la interdependencia de fenómenos desde una mirada sistemática, por estados y transformaciones. Esto lleva a suponer que, la conservación de la energía se constituye en el concepto estructurante de los procesos fotosintéticos.

Con todo lo anterior, la perspectiva de Mayer justificada desde el principio de convertibilidad puede contextualizar las transformaciones ocurridas en la fotosíntesis.

La combinación de estas propiedades, le permitió a Mayer afirmar que las causas son objetos cuantitativamente indestructibles y cualitativamente convertibles, ya que obedecen a expresiones propias de un objeto. Tal reflexión, reafirma la característica imponderable de las causas y en últimas de la energía.

En estos términos, puede decirse que la energía es "algo" que puede adoptar diferentes formas, las cuales son causas de un efecto, que nunca puede llegar a cancelarse. Ya que ningún efecto surge sin ninguna causa y, ninguna causa desaparece sin su correspondiente efecto, conservándose de esta manera, su cantidad inicial. En este sentido la energía para Mayer es una entidad que solo es posible de ser identificada y definida en relación a la convertibilidad de fenómenos.

Cuando la energía cambia su forma (convertibilidad), se dice que su efecto, es a su vez, la causa de una tercera forma. Puesto que desde esta perspectiva sólo es posible pensar su conservación en términos de convertibilidad e indestructibilidad. Por ello, conceptualizar fotosíntesis en términos de energía, sugiere aspectos importantes al desarrollar transformaciones en sistemas biológicos y físicos, en los cuales, los espacios de configuraciones definidos por la variables de estado, que conecta entre sí una secuencia de estados instantáneos; correlativamente, puede

ser visto como inicio o fin de una transformación (Romero, Rodríguez, & Aguilar, 2008). Como lo hemos visto, para comprender el concepto de fotosíntesis y sus distintas reacciones, se hace necesario propiciar una visión holística del mundo y con ello permitir un acercamiento más profundo y contextual, que quede inmerso en las relaciones mentales que establecen con el entorno.

METODOLOGÍA

Nos comprendemos, a nosotros y a los otros, cuando transmitimos nuestras experiencias vividas a todo tipo de expresión propia y a las vidas de los demás.

(DILTHEY, citado en Stake, 1998, p. 41.)

Caracterización de la investigación.

El enfoque de la investigación está determinado por la comprensión, interpretación y contextualización de los procesos fotosintéticos en conjunto con el principio de conservación de la energía, éstos, como conceptos que se establecen en la enseñanza de las ciencias, por ello, se vale de la metodología cualitativa para que los investigadores a partir de su intencionalidad den cuenta de cada uno de los casos particulares que se presentan allí, de igual forma, se trata también de comprender las relaciones que se establecen con otros casos y cómo estas relaciones permiten entender la realidad próxima del contexto en que se mueve; cabe aclarar, que se entiende por caso, cada uno de los estudiantes que hacen parte de la investigación, de igual manera, el concepto de fotosíntesis ; a su vez, se centra en analizar posibles problemas a la hora de abordar las conceptualizaciones teóricas en la enseñanza de las ciencias o situación que se desconozcan y que influyen en la autocomprensión de nuevos conocimientos.

De acuerdo con lo anterior, este tipo de metodología se caracteriza por la construcción de conocimientos desde lo fenomenológico y crítico social, por ende, se da pie a la interpretación como aspecto fundamental en su caracterización y abordaje, además que proporcionó herramientas significativas para explicitar el objetivo y el desarrollo de la investigación, ya que incluye y describe cada uno de los acontecimientos, actividades y trabajos realizados por los casos que conformaron el grupo de estudio; por esto, se logró la estructuración y aplicación de los instrumentos del enfoque investigativo.

Se resalta, que en esta investigación no se generaliza, abarca casos de complejidad particular, es interactiva y reflexiva, enfoque coherente con lo planteado por Stake en su libro *investigación con estudio de casos*. Además de significarse como "holística, donde los escenarios o los grupos de estudio no son reducidos a variables sino considerados como un todo integral que obedece a una lógica propia de organización, de funcionamiento y significación" (Sandoval, 2002, p. 41). Esta investigación por lo tanto, no pretende ser lineal ni reduccionista, por el contrario, se asume como flexible, es decir, los casos aquí considerados se fueron adaptando a las expectativas del contexto como a la de los investigadores, estando en constante evolución, susceptibles a cambios y modificaciones durante todo el proceso de desarrollo de la investigación, tal como lo señala (Stake, 1999) cuando caracteriza el enfoque cualitativo en las investigaciones, es por ello que en las preguntas planteadas, los instrumentos, técnicas y métodos estuvieron en constantes reformulaciones.

En este sentido, la interpretación se destaca como aspecto que posibilita la explicación, análisis, comprensión y discusión de los acontecimientos observados en el proceso de la investigación, teniendo en cuenta que "el proceso se alimenta continuamente, de y en, la confrontación permanente de las realidades intersubjetivas que emergen a través de la interacción del investigador con los actores de los procesos, y realidades socio-culturales y personales objetos de análisis" (Sandoval, 2002, p. 41).

Por consiguiente, la interpretación y las interacciones que se establecieron entre investigador y casos, dieron la posibilidad de reconocer las intencionalidades, representaciones, opiniones, perspectivas, y consideraciones de los mismos, guiadas por el contexto investigativo.

Consecuente con lo anterior, el enfoque de esta investigación es el estudio de caso instrumental como método que permitió analizar y comprender cómo comprende los casos, considerando que cada estudio de casos es un instrumento para aprender y conseguir un factor diferenciador a la comprensión de un caso concreto (Stake, 1999). Esto se explica, en cuanto a que el objeto de estudio propuesto en esta investigación es la fotosíntesis, éste se conceptualiza, se le asigna significado a partir de la información y análisis que se obtiene de los actores participantes (casos). En este sentido, todos estos aspectos se estudian a profundidad ya que se convierten en elementos fundamentales para dar orientación, claridad y rigurosidad a la interpretación, donde también se busca, dar respuesta a la pregunta investigativa.

Contextualización.

Para dejar ver las condiciones en las que se actuó en esta investigación, es necesario visualizar la caracterización del entorno y así orientar algunas de las percepciones adquiridas por los investigadores, por lo tanto, esta investigación se desarrolló, en La Institución Educativa Comercial de Envigado, la cual se encuentra ubicada en el sector San Rafael-La Mina, del municipio de Envigado en el departamento de Antioquia. Es una institución educativa de carácter mixto con una población estudiantil que se referencia en los estratos socio-económicos uno, dos y tres, predominando el dos.

La institución cuenta con una media técnica para los grados décimo y undécimo, contribuyendo a la preparación de los jóvenes para el futuro dentro del ámbito laboral, el proyecto educativo institucional, fomenta individuos con capacidades para actuar frente a los problemas de la vida y ser entes transformadores de su

entorno tanto social, económico y ambiental, ya que los prepara para saber hacer y saber convivir con el otro y con lo otro, fomentando los valores y principios morales.

Con lo anterior, el modelo pedagógico que se imparte en la Institución Educativa Comercial de Envigado se visualiza como constructivista, el cual debe estar articulado con la investigación y la reflexión por parte de todos los actores participes del contexto, es decir, profesores, estudiantes, administrativos y padres de familia, un ejemplo de la fundamentación de esto, es el uso de los diarios y proyectos de aula para repensar el quehacer educativo.

Para la realización de esta investigación, se seleccionaron cuatro casos del grado 11°3, cuyas edades oscilan entre los 15 y 16 años de edad, de los cuales, dos son mujeres y dos son hombres, se hizo esta selección, de acuerdo al interés por la física y la biología, pues justifican las intencionalidades de los investigadores a la hora de conocer sus intereses y motivaciones en dichas áreas, otro de los aspectos que sirvió como criterio seleccionador fue el rendimiento académico puesto que se presupone como investigadores, que los casos sean capaces de verbalizar y explicar mejor sus modelos explicativos y por último, la disponibilidad para participar en la investigación; todo esto fundamentado en la rentabilidad de los objetivos pertenecientes a los investigadores, para que suplieran sus necesidades, interpretaciones e intenciones.

El tiempo de duración de la investigación fue de año y medio, iniciando con el primer semestre del 2012 y finalizando en el primer semestre del siguiente año.

Fases de la Investigación.

Para llevar a cabo esta investigación se distinguen tres fases importantes en las que se desarrolló el proceso investigativo, cada una de ellas estuvo expuesta a nuevas interpretaciones y reformulaciones a medida que avanzaba la investigación, aquí se destaca una revisión constante de toda la información

planteada por parte de investigadoras, de aportes de pares de la línea de historia y epistemología y del asesor de la misma, esto dado al carácter de ser flexible y abierta que maneja la investigación cualitativa para replantear nuevas reflexiones.

Primera fase

Esta primera fase se caracterizó por ser la base de todo el planteamiento investigativo, así pues, que aquí se realizaron los antecedentes con la lectura de textos escolares, de autores en los que se basaría la propuesta de investigación, de publicaciones con respecto a la historia y la epistemología de las ciencias, la enseñanza y el aprendizaje, para formular el planteamiento del problema, también se planteó la pregunta de investigación y los objetivos para aclarar una ruta con sentido en la que se desarrollara la investigación, por otro lado, en el componente metodológico se definió el enfoque y el contexto característico en el que se desarrolló la propuesta, por último, se hizo un acercamiento al análisis del teórico Robert Mayer.

Segunda fase

En la continuidad de la investigación, se retoma la lectura de los textos de historia y epistemología pero principalmente de la obra *On the forces of inorganic nature* (1973) del teórico Robert Mayer que sirvió como base para estructurar y conceptualizar los fenómenos de la conservación de la energía y la fotosíntesis en el marco conceptual, cabe aclarar que este se modificó en el transcurso de la investigación, además, en esta segunda fase se diseñó y se aplicó un instrumento para develar los modelos explicativos iniciales de los casos.

Tercera Fase

El desarrollo de esta fase consistió en el diseño y la aplicación de los instrumentos restantes para así poder recolectar datos, sistematizar información y finalmente analizarla para la obtención de los asertos de asertos de la investigación.

Recolección de datos

Para el desarrollo de esta investigación se hizo la recolección y el análisis de los datos en forma paralela al proceso investigativo, por ello, en primera instancia se utilizaron diferentes métodos para recolectar datos concernientes al concepto de fotosíntesis y conservación de la energía que se citan seguidamente: entrevistas, grupos de enfoques, y bitácoras de campo. Así pues, que el análisis de estos datos estuvo enmarcado en la estructuración de los mismos, mediante la organización de la información, la transcripción y revisión del material (Hernández, Fernández, & Batista, 1991).

De acuerdo a lo anterior, en esta investigación se construyeron formas inclusivas para develar las visiones múltiples de los casos, tomando un papel personal e interpretativo frente a ellas (Hernández, Fernández, & Batista, 1991), Respecto a esto, como investigadores se pretendió, ser imparciales a la hora de que los casos dieran sus respuestas con ideas propias, sin esperar inducirlos a partir de palabras o gestos. Se intentó crear un ambiente ameno donde los casos no se sintieran interrogados sino conversando sobre un tema de interés. La idea fue formular preguntas que despertaran los intereses en los casos, fáciles, neutras y profundas más que superficiales (Bell , Osborne, & Tasker, 1981). Es necesario mencionar, que anterior a la recolección de datos, se realizó un protocolo ético, en el cual se dio a conocer, la postura ética de los investigadores frente a todo el proceso investigativo, es decir, el compromiso y el respeto que se asumió frente al manejo de la información expuesta por cada uno de los participantes. Es de aclarar que este protocolo fue firmado por los casos y sus padres de familia (*Ver anexo 1*)

En este sentido, se implementó el método de la entrevista semiestructurada, donde se estableció un dialogo íntimo y flexible con cada caso, en el desarrollo de esta sesión se incluían preguntas cuando se consideraba necesario en los diálogos establecidos frente a los propósitos

del estudio, los ítems básicos de la entrevista estuvieron guiados para develar los modelos explicativos de los participantes sobre los procesos fotosintéticos en relación con el principio de conservación de la energía y así dejar ver, si pensaban en estados y transformaciones cuando daban conclusiones. Para registrar con más precisión las respuesta planteadas por los casos, se realizaron grabaciones de audio durante las diferentes sesiones, así se obtuvo una mayor recolección de la información para su fiel transcripción y análisis.

Otro de los métodos para recolectar información, fue el encuentro de grupos focales como forma de exploración y ratificación de las ideas concernientes a los casos, éstos se llevaron a cabo por medio de conversatorios entre entrevistados y entrevistadores al plantearse algunos debates, talleres, actividades conceptuales y experimentales, como también, protocolos de observación. Cabe aclarar, que cada uno de los formatos utilizados en las sesiones fue guiado a partir de las características de los participantes y el planteamiento del problema que se formuló desde un principio. (Hernández, Fernández, & Batista, 1991).

Con la finalidad de entender los pensamientos y modelos explicativos que tenían los casos sobre el concepto de fotosíntesis en relación con el principio de conservación de la energía, se diseñaron cinco instrumentos, para que se construyera tanto el concepto de fotosíntesis como el de conservación de la energía y a su vez, que se encontraran relaciones; éstos fueron diseñados con respecto al análisis de la perspectiva propuesta por Robert Mayer, los modelos teóricos sobre fotosíntesis y la importancia de la historia y la epistemología a la hora de abordar la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias.

Por consiguiente, los instrumentos implementados y con los cuales se recogió toda la información en las dos últimas fases de la investigación tenían como propósito y se caracterizaban por:

- *Instrumento 1:* El diseño de este instrumento fue dirigido a identificar los modelos explicativos iniciales de los casos con respecto al concepto de fotosíntesis y la comprensión de las diferentes relaciones que establecen frente a este fenómeno. Esto se llevó a cabo a partir de un grupo focal entre casos e investigadores, donde a partir de una problemática mundial como lo es la deforestación y el efecto invernadero se plantearon preguntas referentes a la importancia de las plantas en el planeta y a sus procesos de fotosíntesis, cada caso opinó de acuerdo con sus conocimientos. Éste fue aplicado en la segunda fase.

- *Instrumento 2:* Por su parte, este instrumento consistió en una práctica de laboratorio en el cual se pretendía analizar cómo los casos a partir de la observación del fenómeno de la fotosíntesis, reconocían aspectos relacionados con factores físicos, función y absorción de la luz, el desprendimiento del oxígeno, la energía y su transformación. Aquí lo que se hizo fue exponer una planta de elodea en una solución de bicarbonato a la luz de una lámpara, ésta estimulaba el proceso de fotosíntesis evidenciado en el desprendimiento de oxígeno, versus la misma planta, en la misma solución, pero sin luz y así poder observar las diferencias entre ambos montajes.

- *Instrumento 3:* El fin de este instrumento fue evidenciar los modelos explicativos de los casos con respecto a los procesos fotosintéticos y su relación con el principio de conservación de la energía. Este instrumento se guió con la implementación de imágenes y pequeños textos referentes a los fenómenos antes mencionados, para una interpretación y análisis por parte de los casos.

Instrumento 4: consistió en una entrevista semiestructurada y en ella, una experimentación con dos placas que se frotaban y producían

calor, con esto, se quería identificar en los casos sus formas de concebir la energía, la convertibilidad y la transferencia, ver si lo relacionan y de qué forma lo hacían en el proceso de fotosíntesis.

- *Instrumento 5:* Para llevar a cabo este último instrumento, se elaboró un taller con párrafos en referencia a procesos fotosintéticos y factores para la realización de los mismos, así pues, se tenía como objetivo reiterar los modos de pensar de los casos en los instrumentos anteriores y ver una observación final de las transformaciones que identificaban en los procesos de fotosíntesis, además se abordaron preguntas que no se habían hecho y eran importantes para el análisis de la investigación.

Validación

Los diferentes métodos e instrumentos que fueron aplicados en esta investigación, estuvieron validados por el juicio de pares en la línea de historia y epistemología de las ciencias, algunos fueron revisados por profesores expertos en el área de biología y de física, buscando con ello darle validez y corroboración a la investigación, además, se implementaron diferentes estrategias como la triangulación, la confrontación con los participantes y el pilotaje de cada uno de los instrumentos; a su vez este proceso de validación estuvo guiado a partir de la interpretación de las evidencias y el consenso de las mismas por medio de socializaciones, diálogos, debates, aportes, correcciones y exposiciones, que posibilitaron guiar de forma coherente la propuesta de investigación. Lo anterior con la intención de garantizar que el análisis e interpretación del estudio correspondiera con los elementos teóricos de base y evitar al máximo la subjetividad y de esta manera darle una mayor credibilidad a la investigación y una constatación a la hora de presentar una propuesta final.

Sistematización de la información

Se aplicaron dichos instrumentos a cuatro casos diferentes, que dejaban ver los diversos pensamientos frente a las problemáticas antes mencionadas, permitieron primero que todo, recolectar información concerniente a los casos y luego analizarla teniendo en cuenta el marco conceptual, el planteamiento del problema y las opiniones de pares y de expertos.

Para la sistematización, el análisis y la interpretación de los modelos explicativos de los casos frente al tema de estudio, se utilizaron las matrices de doble entrada, las cuales permitieron organizar la información de forma coherente y darle significado a las respuestas de cada uno de los casos, además, estas matrices funcionaron "como herramientas que posibilitaron visualizar las relaciones que se establecían entre las categorías y los temas, de igual manera interpretar los resultados de la investigación y entender el fenómeno de estudio" (Sampeiri, p. 654, 1991). Ahora bien, la elaboración de cada una de ellas dependió del tipo de instrumento propuesto. Así mismo, se hizo uso del análisis por palabras y por líneas, en el cual se tuvieron en cuenta las frases más representativas de los participantes, es decir, las que más se repetían, las que hacían referencia a las categorías apriorísticas y a los modelos teóricos respecto a la fotosíntesis (Sampieri, 1991). Por otra parte la construcción de categorías apriorísticas como la fotosíntesis vista desde una reacción unidireccional, o como absorción de alimentos a través del suelo, también, como proceso de transformación y conservación de la energía, como proceso vital dependiente de la luz y por último la energía como factor que mantiene viva a la planta , posibilitó una mejor organización y análisis de la información en la descripción de los datos, de igual forma, hacer una significativa comprensión del material y el estudio de las respuestas que cada uno de los casos daban de acuerdo a sus concepciones, modelos

explicativos y conocimientos acerca del concepto de fotosíntesis y las transformaciones que se dan en dichos procesos.

Análisis de la información

El análisis de los datos expuestos en la investigación se realizó a partir de la interpretación directa, donde se tuvieron en cuenta párrafos completos, segmentos de contenidos, oraciones y frases relevantes que los participantes expresaban con respecto al planteamiento del problema y los objetivos de la investigación; resaltando que dicha interpretación y análisis se hizo considerando las similitudes, diferencias y significados de cada una de las expresiones e ideas de los casos, desde lo cual se realizó una constatación y evaluación permanente de dichas similitudes y diferencias. Lo anterior logró sacar categorías emergentes en la medida que se hacía el análisis por palabra y por línea de cada una de las matrices de los instrumentos; sin embargo para este análisis se utilizaron dos estrategias: La primera es la correspondencia por modelos, la cual estaba guiada para establecer la relación entre los modelos explicativos de los casos y los modelos teóricos planteados desde el análisis del teórico Robert Mayer y la fotosíntesis. La segunda estrategia fue la triangulación, la cual permitió contribuir a la precisión y validación de la información dada por cada uno de los instrumentos del estudio y de potencializar las conclusiones que se derivaban de ella.

Es importante mencionar que dicha triangulación estuvo dirigida a través de diferentes fuentes, que dieron cuenta de los modelos explicativos de los participantes, las categorías emergentes, los modelos teóricos y las percepciones de los investigadores. La triangulación está referida a la confrontación de diferentes fuentes de datos en un estudio, a su vez que se produce cuando existe concordancia o discrepancia entre estas fuentes (Rodríguez, Pozo, & Gutiérrez, 2006).

En este sentido, y resaltando las últimas líneas antes descritas, se puede hablar de distintos tipos de triangulación. No obstante en esta investigación se retomaron aquellas que respondían al propósito de estudio. Dentro de éstas, se menciona la triangulación metodológica, la cual se basó en la implementación de varios métodos, con el objetivo de estudiar un mismo fenómeno u objeto estudio. Así pues, en esta investigación se triangularon datos provenientes de diferentes herramientas tales como entrevistas, bitácoras de campo y grupos de enfoque, actividades experimentales y de conceptualización.

Otras de las estrategias utilizadas fue la triangulación de instrumentos, ésta con el fin de recolectar la información a través de los distintos instrumentos como talleres, montajes experimentales, situaciones abiertas sobre lo que piensan los casos o situaciones problemas, con la intención de ver si las explicaciones, ideas o concepciones de cada uno de los casos siguieron siendo iguales cuando se les planteaban en situaciones o espacios diferentes.

Por otro lado, se planteó la triangulación de investigadores, en la cual cada uno de los investigadores a partir de sus concepciones, ideas e intereses analizó lo que exponían los casos con respecto al fenómeno de estudio. Por lo que la información estuvo analizada desde diferentes perspectivas, experiencias e interpretaciones; dentro de las cuales se respetaron las distintas aproximaciones que estos realizaron respecto al objeto de investigación.

Sistematización

Para facilitar el proceso de las lecturas de matrices de doble entrada, se hicieron las siguientes convenciones:

C: representa los casos

M: señala los modelos identificados en la construcción conceptual de la fotosíntesis.

ME: Modelo Edáfico

MT: Modelo de Transmutación

MPM: Modelo Pre científico Molecular

CA: representa las categorías apriorísticas

CE: representa nombrar las categorías emergentes

Matriz 1. Respuestas de los casos con el instrumento 1.

El objetivo de este instrumento fue identificar los modelos explicativos de los casos con respecto al concepto de fotosíntesis y la comprensión de las diferentes relaciones que establecen frente a este fenómeno. (Ver anexo 2)


<p>\ PREGUNTAS</p> <p>CASOS</p>	<p>¿Qué función creen que cumplen las plantas?</p>	<p>Entonces y para el hombre?, ¿piensas que son importantes?, ¿por qué y cómo lo podrías ejemplificar?.</p>	<p>¿Creen que la planta realiza algún proceso para capturar ese dióxido de carbono?, ¿para liberar oxígeno?</p>	<p>¿Que han escuchado de la fotosíntesis?</p>	<p>¿Qué factores crees que influyen para que se de ese proceso ósea que paraqué se dé el proceso de fotosíntesis?</p>	<p>¿Qué entiendes por fotosíntesis?</p>	<p>¿Aparte de las plantas ustedes creen que hay otros organismos que puedan realizar esta fotosíntesis?</p>	<p>Aserto por caso de instrumento 1</p>
<p>C1</p>	<p>"Mantienen estable el planeta, tanto como a nosotros que nos ayudan con un proceso que es vital cuando respiramos"</p>	<p>"es fundamental pues de ahí esta todos los alimentos que consumimos de los arboles. Están los cuadernos, están un sin número de cosas"</p>	<p>"yo he visto dibujitos y lo trabajan por dentro de los tallos y en las hojitas, toman y sacan, trabajan y sacan lo bueno"</p>	<p>"no responde"</p>	<p>"el buen terreno, que no lo talemos" "la luz del sol" "agua" "entonces si no hay luz no hay fotosíntesis"</p>	<p>No responde</p>	<p>"no" "las plantas son las únicas que lo hacen"</p>	<p>Fotosíntesis como proceso vital que hacen las plantas para respirar y se da en presencia de luz</p>
<p>C2</p>	<p>"brindar oxígeno" "si no hay árboles que absorban los gases que nos hacen daño que sería el dióxido de carbono el aire estaría muy contaminado eso nos podría dar enfermedades</p>	<p>"los árboles son muy importantes porque nos dan sombra, aparte de que nos producen mucho oxígeno, aparte las frutas que nos dan los arboles"</p>	<p>"la fotosíntesis, ellos absorben el agua y las sales por el suelo" "ese es el propio alimento de las plantas, por eso se dice que las plantas fabrican su propio alimento" "es como un ciclo"</p>	<p>"que debido a lo que adsorben ellas mismas son capaces de transformarlo en un producto que necesitan"</p>	<p>"la luz" "las condiciones climáticas, porque en una nevada o en un desierto, pues yo creo, en un desierto sí, pero en una nevada no creo"</p>		<p>"no" "las plantas son las únicas, ni los organismos y bacterias, ni algas marinas"</p>	<p>Los arboles brindan oxígeno y absorben el CO2, el agua y las sales minerales que son su propio alimento, ellas lo fabrican transformándolo en lo que necesitan. Las plantas son las</p>

	en los pulmones, la piel en general "							únicas que realizan fotosíntesis.
C3	"la vida de los pájaros se vería alterada porque ellos también necesitan variedad de plantas para alimentarse"	"si, la mayoría de los alimentos y las verduras las vitaminas se encuentran en las frutas que obvio están en los arboles" "entonces me parece muy importante y si afecta la vida del ser humano es un valor positivo si hay mas arboles" "pues también filtran el aire"	"no responde"	"las plantas son capaces de auto crear su propio alimento absorbiéndola por la raíz, llevándolas hasta el tallo y luego hasta el final hasta las hojas, cuando las hojas están bien, bien refrescadas o bien nutridas pueden absorber mejor el dióxido de carbono"	"no responde"		"no responde"	Las plantas auto crean su propio alimento, que lo absorben por la raíz, cuando las hojas están bien nutridas o refrescadas absorben mejor el CO ₂
C4	"absorben el dióxido de carbono, filtran el agua, el aire. Nos hacen respirar un aire más puro"	"dan alimento, son importantes porque filtran el agua, dan sombra" "tanto el agua como los árboles en general son los recursos más importantes que puede tener el ser humano más que la tecnología"	"el producto de la fotosíntesis es un desecho beneficioso para la humanidad, los hombres producen el desecho al respirar el de dióxido de carbono y la planta lo absorbe como un alimento de ellos, y el desecho de ellos es el beneficioso para nosotros, es	"no responde"	"el agua, la humedad, la energía del sol, la energía de la tierra puede ayudarlo en beneficio a la planta para que realice el mismo proceso por ejemplo los días de oscuridad cuando no tienen la luz solar utilizaría la energía de la tierra"		"no, ni los hongos"	Las plantas absorben el CO ₂ , filtran el agua y el aire, el producto de la fotosíntesis es un desecho que da beneficios a la humanidad, y los desechos de la humanidad son alimento de las plantas. Los factores necesarios para las plantas son

			como un círculo"					la energía del sol y la energía de la tierra.
--	--	--	------------------	--	--	--	--	---

Matriz 2. Respuestas de los casos al instrumento 2.

Con este instrumento se pretendió analizar cómo los casos a partir de la observación del fenómeno de la fotosíntesis, reconocen aspectos relacionados con factores físicos, función y absorción de la luz, el desprendimiento del oxígeno, la energía y su transformación. (Ver anexo 3)

Pregunta	¿Qué crees que está sucediendo en lo que observas? ¿Cómo podrías explicarlo?	¿Qué factores consideras necesarios para que se de lo que estás observando? ¿Por qué?	¿Por qué crees que se forman burbujas? ¿Consideras que la luz cumple alguna función para que esto se dé? ¿Cuál podría ser su función?	¿Crees que en este proceso podría estar presente la energía? ¿De qué forma?	¿Consideras que en este fenómeno podría haber transformación de energía? ¿Cómo podrías explicarlo?	Aserto por caso de instrumento 2
Casos						
C1	"La elodea que se encuentra en el beaker expuesto a la luz, esta liza y con mejor aspecto que la que está solo en agua, sé que esto se debe a los	"El calor, el agua, la luz, el espacio".	"Creo que es por la producción de oxígeno por parte de la elodea y la luz y el calor en esta mantienen la buena apariencia son fundamentales para la	"Si, mantiene viva la planta, saludable, dando calor a sus células, logrando así textura, color".	"Si, las células absorben la energía y calor del medio utilizándolos a su manera para la producción de oxígeno"	Las burbujas alrededor de la elodea es por la producción de oxígeno; la luz y el calor mantienen la

	factores externos a los que están expuestos (agua, luz, aire, calor)".		purificación del CO ₂ y producción de oxígeno"			buena apariencia de la planta que son fundamentales para la purificación del CO ₂ y la producción del oxígeno.
C2	"En el beaker con bicarbonato hay muchas burbujas mientras que en el otro beaker no hay nada de burbujas. Esta diferencia debe, creo, ser producto de la solución y de la luz a la que está expuesta"	"Luz concentrada y bicarbonato porque creo que reaccionan más rápido. Se puede ver que el agua recibe luz pero no concentrada por lo que creo que no han aparecido burbujas".	"la luz brinda energía lumínica directa entonces la planta y la solución empiezan a empaquetar la energía para la fotosíntesis, principalmente en las hojas donde se ve mayor cantidad de burbujas adheridas"	"En forma de energía lumínica u en forma de ATP que es la energía es producto de la fotosíntesis".	"si, la energía lumínica procesada con el agua y los minerales adsorbidos por la planta se transforman en ATP que creo que es una forma de energía"	Las burbujas se deben a la luz concentrada, que brinda energía lumínica a la planta y a la solución que junto con la planta empaquetan la energía que se transforma en ATP para la fotosíntesis
C3	"en el recipiente donde se encuentra la planta sumergida en bicarbonato, logro observar una textura mas lisa a comparación de la otra planta sumergida en agua que se ve con una textura mas rugosa, además en la planta con bicarbonato observo que se hacen unas diminutas burbujas alrededor de estas"	"el lugar, la solución en la cual se somete la planta, la lámpara que proporciona calor al beaker"	"el intercambio entre la luz y la solución en este caso (bicarbonato) produce una reacción dentro del recipiente la cual se manifiesta con burbujas"	"podría estar presente, ya que la lámpara trasmite calor a la solución y esta actúa formando burbujas, esto quiere decir que si hay presencia de energía"	"Las plantas también necesitan de luz, yo creo que si habría una transformación de energía, ya que la planta absorbería la energía que le trasmite la luz artificial"	Las burbujas se deben al intercambio entre la luz y la solución, transmitiéndole calor a esta última, lo que quiere decir que hay presencia de energía

	<p>ella, y la conservación y almacenamiento de la misma en todas las partes de la planta para su sostenimiento ”</p>	<p>su beneficio en energía orgánica vital para todos los procesos de desarrollo, evolución y crecimiento de las plantas”</p>	<p>tomando la energía solar (energía inorgánica) H_2O y CO_2 , formando algo llamado savia bruta que es el contenido de $6CO_2 + 6H_2O +$ Energía luminosa, luego este contenido se transporta del tallo a las hojas, allí el ATP impulsa la separación de oxígeno para ser expulsado y se combina el agua y carbono formando la savia orgánica, necesaria para la vida de la planta”</p>	<p>quienes la envían a las moléculas, ATP y NADPH que son las encargadas de tomar esa energía inorgánica y transformarla en orgánica, es esa misma energía la que impulsa el proceso de separación del C,H, O, para expulsar el oxígeno y distribuir la combinación de C y H_2O necesaria para la planta ”</p>	<p>de la fotosíntesis. La energía solar es absorbida y transformada porque es necesaria para realizar el proceso fotosintético”</p>	<p>en el aire, sales minerales (componentes del suelo), las hojas los componentes y partes de las plantas</p>	<p>inorgánica) quienes la envían a las moléculas de ATP y NADPH que son las encargadas de tomar esa energía inorgánica y transformarla en su beneficio en energía orgánica que impulsa la separación del C,H, O, para expulsar el oxígeno y distribuir la combinación de C y H_2O necesaria para la planta.</p>
<p>C2</p>	<p>“La fotosíntesis , donde la energía lumínica se transforma en ATP, la energía de las plantas”</p>	<p>“La energía entra a la planta como energía lumínica y es transformada en ATP”</p>	<p>“la transformación de la energía en las plantas, que tiene lugar en las hojas. la combinación del agua, luz solar, oxígeno y carbono da como resultado ATP (energía de las plantas)”</p>	<p>“hacen parte de un ciclo, porque se transforma en ATP y al mismo tiempo pasa a desempeñar funciones en la respiración celular”</p>	<p>“la energía solar y la energía de las plantas. La energía solar se combina con agua y dióxido de carbono para producir el ATP (energía de la planta)”</p>	<p>Condiciones climáticas, luz solar, calidad del suelo, presencia de agua.</p>	<p>La fotosíntesis como proceso, donde la energía lumínica es transformada en ATP,(energía de la planta) y dicha transformación se da en las hojas. Indicando que al combinarse la energía del sol, el agua y dióxido de carbono se produce el ATP.</p>

C3	"la transformación de energía solar, mediante unos paneles colocados en zonas calientes de la tierra, para transformarla en luz eléctrica y ser usada por la sociedad"	"el proceso de fotosíntesis incluye y necesita la luz solar, la cual es transformada en energía dentro de la planta"	"La planta necesita obligatoriamente de la luz solar para realizar su proceso fotosintético, este proceso se alimenta de oxígeno (O ₂), luego obtiene su respiración celular por medio de las mitocondrias, llevando el dióxido de carbono por toda la planta CO ₂ y por último alimentándose de los nutrientes del agua y el azúcar producido"	"La planta transforma la luz solar en energía fotosintética, absorbiendo el dióxido de carbono que se encuentra en el aire (CO ₂) y por último el agua (H ₂ O) es absorbida por la planta desde la raíz luego pasa por el tallo hasta llegar a la última hoja de la planta realizando así el proceso fotosintético"	"s hay presencia de luz solar en la planta, este se encarga de transformarla en energía, porque si la planta no le llegara luz solar no le sería posible este proceso"	Agua (H ₂ O), dióxido de carbono (CO ₂) azúcar oxígeno (O ₂), Luz solar, mitocondrias, cloroplastos, núcleo, etc	La planta transforma la luz solar en energía fotosintética, absorbe el dióxido de carbono que se encuentra en el aire (CO ₂) y por último el agua (H ₂ O) es absorbida por la planta desde la raíz, pasando hasta la hoja donde se realiza la fotosíntesis.
C4	"Fuera de los casos de transformación de la energía que se nota en las plantas, también lo veo reflejado en el movimiento, cuando de un cuerpo a otro aplicamos una fuerza, el otro cuerpo lleva en sí la fuerza del primero y adquiere una velocidad mayor a la inicial"	"La energía lumínica del sol que absorbe la planta la convierte o la usa para producir nutrientes para la misma y sobre todo para transformar la energía y otros procesos en usos como la fotosíntesis"	"la formulación química de la transformación de dióxido de carbono más agua y más la energía solar, produce un resultado de oxígeno al ambiente, que es el que respiramos, y un compuesto que es el que usa la planta para su propio beneficio"	"En la mezcla de estos compuestos, el agua y el dióxido de carbono se mezcla, produciendo un hidróxido de carbono y al mezclarse con energía lumínica, este se descompone dejando O ₂ en el ambiente y usando el resto del compuesto en uso propio de la planta"	"La energía allí almacenada no tiene una forma específica, pero si se notan las reacciones que produce en la planta. Estas energías son usadas por la planta para producir por medio de un proceso químico el oxígeno que respiramos y los compuestos que necesita la planta para así poder vivir"	Energía lumínica, agua, dióxido de carbono, células vegetales, minerales de la tierra, azúcar (glucosa), las esporas, las raíces de las plantas, las hojas de las plantas, el tallo de las plantas, los cloroplastos	La energía lumínica en combinación con otras sustancias es utilizada por la planta para su propio beneficio y así usarla en la fotosíntesis.

Matriz 4. Respuestas de los casos al instrumento 4

Identificar en los casos sus formas de concebir la energía, convertibilidad y transferencia, ver si lo relacionan y de qué forma lo hacen en la fotosíntesis. (Ver anexo 5)

<p>Pregunta</p> <p>Caso</p>	<p>¿Me podrías explicar lo que tú entiendes por transferencia? ¿Podrías plantearme un ejemplo o situación en la cual se evidencie lo que entiendes por este concepto?</p>	<p>Sabes qué es convertibilidad, ¿cómo me lo explicarías? Puedes ejemplificarlo</p>	<p>Cuéntame... ¿Qué entiendes por energía? ¿Cómo puedes explicarla? ¿Qué puede suceder con ella? ¿Podrías plantearme una situación que la ejemplifique?</p>	<p>¿Piensa tú, que la energía puede estar relacionada con la convertibilidad y la transferencia? Si o no y ¿por qué?</p>	<p>Cómo la convertibilidad, la transferencia y la conservación se evidencia en el proceso de fotosíntesis?</p>	<p>Luego del cese del movimiento entre las dos placas, que cambios puedes observar? Explica tu respuesta.</p>	<p>Consideras que en la anterior situación puede haber alguna relación entre el movimiento y el calor? Justifica tu respuesta</p>	<p>Cuál crees que serían las condiciones para que se den los efectos y la causa para la anterior situación.</p>	<p>Aserto de caso a Instrumento 4</p>
<p>C1</p>	<p>“Es llevar algo de un lugar a otro”. “Por ejemplo, un colectivo sería un medio de transferencia, para llegar a mi casa”.</p>	<p>“Es como pasar algo de un material a otro, es como convertir una cosa en otra”. “Por ejemplo como convertir una fruta en tritura o las plantas que tienen la necesidad de convertir todos los minerales que</p>	<p>“Es la base de todo, es como lo que impulsa las cosas”. “Ésta se puede transformar, transportar, almacenar o reflejarse”. “Por ejemplo cuando se transforma el agua en energía eléctrica, y los cables llevan las cargas de energía”</p>	<p>“Si por ejemplo, el aparato que procesa la energía, convierte los azúcares y todo lo que consumimos en energía que hace que no sintamos pilosos. Ahí sería la transferencia y la</p>	<p>“Que la planta se vea viva, que este almacenando los minerales del suelo”. “La sabia bruta es transportada por toda la planta, pero queda algo de reserva que es lo que hace que la planta viva”. “Si se refleja vitalidad, refleja que está recibiendo luz, que es la energía</p>	<p>“que se calentar-ron, que están lizas”.</p>	<p>“si, porque estaban en interacción la una con la otra. El hecho de que interactúen y choquen empiezan a generar un cambio en la temperatura de cada una”</p>	<p>“la cercanía, el impulso de mis manos, el hecho de que las ponga a chocar constantemente generaría el calor, al estar en constante movimiento”. “También por una fuerza que esta relacionada</p>	<p>Transferencia con el medio para llevar algo de un lugar a otro. Convertibilidad como pasar algo de una material a otro. Energía como la base de todo, como la que impulsa las cosas, se puede transformar, transportar o reflejarse.</p>

		están fuera de ella para su beneficio”.		conversión de la energía”	fundamental para que se de el proceso, y la conserva viva”			con la energía que necesito para impulsar las placas”	El movimiento constante entre el choque de las placas es lo que produce calor.
C2	“es cambiar de un lugar a otro, lo que yo tengo se lo doy a otra cosa a otra persona” "cuando estamos en el medio ambiente recibimos calor de la temperatura ahí se da esa trasferencia de la temperatura”	"no responde”	"es como la capacidad que tenemos para realizar algo, como la duración, la potencia para realizar una actividad”	"si son cosas que van de la mano con el otro” "convertibilidad se relaciona transferencia, transferencia también es una transformación de una cosa de la energía de una forma y la utilizo en otra”	"Porque la fotosíntesis es un proceso que abarca todos los conceptos” " como lo hacen las plantas que toman la energía lumínica, la convierten en adenosintrifosfato y otras cosas”	"que las placas se calentaron”	"si, mas velocidad mas calor”	"fricción entre las dos laminas, que yo le provoque la fuerza y el movimiento constante”	La fotosíntesis como proceso que abarca todos los conceptos de transferencia y convertibilidad cuando las plantas toman la energía lumínica y la convierten en adenosin trifosfato. Entendiendo que la transferencia es también una transformación de la energía, es cambiar de un lugar a otro lo que se tiene. Hay una relación entre el calor y el movimiento; a más velocidad, más calor, donde debe de haber fricción entre las dos láminas y que se le provoque una fuerza.
	"es el material que pasa de un objeto a otro o una planta a	"es cuando un cuerpo transforma su genética o su	"no sé, por ejemplo yo he escuchado que las plantas que	"si, haber totalmente”	"bueno primero la planta absorbe la energía solar la transforma en	"se va calentando, la lata quedo mas liza,	"Físicament e cuando dos cuerpos actúan en	"entonces sería hacer un movimiento	La planta absorbe la energía solar la transforma en energía para sí

C3	otra, pues sea un objeto cualquier cosa" "cuando la energía solar se transfiere a la planta"	estado natural" "cuando la planta recibe la luz solar la transforma en energía solar para la planta la transforma en energía y absorbe de ella los nutrientes del sol"	absorben la energía y los nutrientes de la tierra pero no sé cómo se hace esa energía en la planta" "yo he visto que transforman la energía hidráulica en energía eléctrica"		energía para si misma, también el agua la transforma en nutrientes pues ahí habría otra transferencia y convertibilidad convierte los nutrientes del agua para ella alimentarse"	quedo como rasgadita, caliente y mas delgadita"	distinta direcciones se genera lo que se llama fricción y la fricción es lo que hace que se caliente"	en sentido opuesto, para que se de calor"	misma y transforma el agua en nutrientes que conlleva que haya transferencia y convertibilidad. Cuando dos cuerpos actúan en movimientos opuestos se genera fricción y hace que se produzca calor.
C4	"Es transportar de un cuerpo a otro, transfiriendo ciertos datos". Por ejemplo, cuando se pasa de un cuerpo a otro energía o calor".	"Es convertir algo, que cambie su estado. "Por ejemplo, convertir el agua por medio de procesos químicos, podría dar como resultado vapor o hielo, que es convertida en un estado líquido a sólido"	"Es movimiento de electrones ". Por ejemplo la energía la puedo ver en la energía eólica, que es la recuperación de la energía con base al viento, incluso la nuclear que utiliza los átomos de ciertos elementos que sean más radiactivos, para conseguir o producir mayor energía". "la energía se puede transformar, dependiendo de las circunstancia de los objetos".	"si, por ejemplo si se conecta dos metales el aluminio o el cobre que transportan energía, y si es transportada puede ser cambiable"	"Las plantas absorben la energía solar para multiplicar nutrientes que adquieren de la tierra, transforman la energía solar en energía propia que la utilizan para transformar el dióxido de carbono que absorben y convertirlo en oxígeno y para que funcione bien". "La planta, adquiere la energía del sol y de la propia tierra como proceso para que realice sus cambios o procesos"	" La temperatura, porque cuando uno las coge están en reposo, pero al momento de frotarlas y activar los átomos que tiene ella se van calentando"	" creo que si, porque antes estaba en reposo pero a la hora de moverlo o frotarlo se va calentando, en el momento en que las estoy frotando, estoy moviendo la estructura molecular, la poca dispersión puede hacer que se caliente las placas "	"Para que se de el movimiento debe de haber una fuerza que se le aplique al cuerpo, porque un cuerpo sino tiene fuerza no se movería, para que el cuerpo se caliente debe tener movimiento constante o una fuerza". "La fuerza sería una forma de transformar la energía en movimiento o para que el cuerpo tenga movimiento"	Las plantas transforman la energía solar en energía propia y así transformar el dióxido de carbono que absorben y convertirlo en oxígeno. Para que un cuerpo se caliente debe tener una fuerza o un movimiento constante, La fuerza sería una forma de transformar la energía en movimiento

Matriz 5. Respuesta de los casos al Instrumento 5

Reiterar los modos de pensar de los casos en los instrumentos anteriores y ver una observación final de las transformaciones que identifican los casos en los procesos de fotosintéticos. (Ver anexo 6)

Preguntas	Escribe todas las transformaciones que evidencias en el texto anterior, además, describe cómo crees que ocurren.	Consideras que la transformación de la energía que se da en los procesos fotosintéticos son dependientes únicamente de fases lumínicas. Justifica tu respuesta	¿Cómo crees que se convierte la energía de la luz solar en energía química?	Qué función crees que cumple la clorofila en el proceso de la fotosíntesis. ¿Consideras que esta puede estar relacionada con la energía? Si. No ¿por qué?	<p><i>La siguiente reacción química corresponde al proceso fotosintético</i></p> $6\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{Luz}^\wedge} \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{O}_2.$ <p>Responde: Menciona las causas y los efectos correspondientes, que crees se pueden observar dentro del proceso fotosintético. Argumenta tu respuesta</p>	Consideras que estos efectos pueden convertirse en nuevas causas para que las plantas realicen fotosíntesis. Si o no y ¿por qué?	Asertos de caso a Instrumento 5
Casos \							
C1	"Transformación de energía solar en energía química=> se toma la energía por las hojas luego una molécula llamada ATP la transforma y distribuye Moléculas inorgánicas a	"Si porque es de allí de donde obtienen la energía que es como el motor de impulso de la planta para realizar los procesos de desintoxicación de oxígeno"	"La energía solar es absorbida por las hojas de las plantas creo que específicamente por los cloroplastos, estos la entregan a una molécula llamada ATP que es la responsable hasta donde	"Creo que la clorofila pigmento o da el color de vigor a las plantas, irradia esa energía de vitalidad y si creo que está relacionado con la energía porque tal vez	<p>“Causa: elaboración de la sabia o la glucosa al combinar $6\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O} + \text{Luz} \Rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{O}_2$.</p> <p>Causa: Separación de oxígeno y la glucosa => $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{O}_2$</p> <p>Efecto: distribución y</p>	"Si, porque denotan que la fotosíntesis es el proceso más eficiente de obtención de nutrientes y alimentos necesarios para la supervivencia y desarrollo de	La clorofila como el pigmento que quizá absorbe la energía, se toma la energía que es transformada y distribuida por una molécula llamada ATP, con la ayuda de la energía química se obtiene una glucosa que se

	orgánicas= se recoge dióxido de carbono y agua, se unen y se forma la sabia bruta con la ayuda de la luz solar o energía química se obtiene una glucosa rara la cual se separa para expulsar el oxígeno O2, y deja el carbono dentro de la planta"		tengo entendido de transformar esa energía y brindarla a la planta en cada proceso y según la necesidad"	ese pigmento sea quien la absorbe"	almacenación de nutrientes. Efecto: expulsión de tóxicos para la planta => 6O2"	las plantas"	separa para expulsar el oxígeno y dejar el Carbono dentro de la planta. La fotosíntesis es el proceso más eficiente de obtención de nutrientes necesario para las plantas.
C2	"Las células especializadas captan la energía solar, la transforma en energía química (Adenosin Trifosfato) y luego la almacena para utilizarla en la producción de moléculas orgánicas complejas"	"Sí, son dependientes de las fases lumínicas, mas también son dependientes de otras fases. Si el proceso es de transformación de energía, se necesita una energía base que transforma la lumínica "	"Supongo que la energía lumínica es combinada con agua, sales minerales y los otros gases, como oxígeno, que son absorbidos por la planta"	"Un pigmento es algo que da color, entonces la función de la clorofila debe ir por este camino. Yo creo que sí está relacionada con la energía por ésta (la clorofila) se encuentra en las hojas, el mismo lugar donde se absorbe la luz solar"	"Causas= necesidades de alimentación, de energía, excesiva cantidad de gases en el ambiente (CO2). Efectos= Liberación de gases como el CO2 y el oxígeno, éste último muy importante en la vida humana"	"Si, Considero que es un círculo vicioso porque la planta libera gases en el final del proceso fotosintético y estos gases los absorberá otra vez para dar inicio a un nuevo proceso"	La fotosíntesis depende de la luz, es un círculo, donde la planta al finalizar el proceso libera gases, que serán absorbidos para dar inicio a un nuevo proceso. Aquí se establecen causas como: las necesidades de alimentación y de energía excesiva, además, la cantidad de gases, que dan como resultado los efectos como la liberación de gases (CO2) y el oxígeno. La energía solar se transforma en energía química, a partir de una

							energía base. La clorofila es la que da color a las plantas.
C3	"Energía química: cuando la luz solar era aprovechada por las células de la planta y así transformarla. Y cuando las primeras células fotosintéticas llenaron los mares, liberaron oxígeno como un subproducto"	"No considero que estas transformaciones solo dependan únicamente de fases lumínicas, porque si fuera así las plantas se secarían o marchitarían por no recibir sombra"	"Las plantas poseen unas células, que son las encargadas de transformar la luz solar en energía química, y también creo que son las encargadas de absorber las vitaminas del sol"	"La clorofila es la encargada de distribuir la energía por toda la planta y si creo que esté relacionada con la energía ya que estos se encuentran distribuidos en gran parte de las plantas"	"creo que en un proceso fotosintético debe distribuir correctamente los productos que salen y entran a la planta, lo que observo en la fórmula es que está equilibrada la cantidad de dióxido de carbono y el agua, también creo que la planta regula y balancea naturalmente sus compuestos"	"Si, porque la planta necesita de estos 2 elementos el CO ₂ y el H ₂ O para realizar su proceso fotosintético, esto quiere decir que estos efectos si serian causas para que las plantas realicen su proceso fotosintético"	Las plantas tienen células que se encargan de transformar la luz solar en energía química, y estas transformaciones no solo dependen de fases lumínicas. La clorofila es la encargada de distribuir la energía por la planta.
C4	"Combinación de moléculas: las células combinaron las moléculas simples que poseían para formar moléculas orgánicas más complejas, Las nuevas moléculas complejas, la energía de la luz solar, era almacenada para el proceso fotosintético. Así, las plantas llenaron de oxígeno y otros compuestos la"	"No, no son tan dependientes porque existen plantas que se reproducen y realizan un proceso fotosintético sin la necesidad de energía solar, porque la energía que usa es una transformación química de los compuestos terrestres"	"La energía solar es atrapada por las hojas de las plantas, estas proporcionan un cambio químico en la planta para poder producir energía química y es esta la utilizada en la subsistencia de la planta"	"La clorofila, más que un pigmento es una de las encargadas del proceso químico de la planta. Si, creo que pueda estar relacionada porque es ella la que le proporciona el color y la vitalidad a las hojas para que puedan absorber la energía solar"	"Al combinar 6 moléculas de dióxido de carbono más 6 moléculas de agua, se produce un hidróxido de carbono más oxígeno, es el oxígeno el que es absorbido o inhalado por los seres humanos, mientras que la planta usa el otro compuesto como beneficio"	"El oxígeno resultante si se puede usar, mezclándolo con el carbono del cuerpo humano para repetir el proceso fotosintético. No sé que tanto se use el dióxido de carbono como nuevo compuesto puesto que la planta lo absorbe y lo usa como"	En la fotosíntesis no es tan dependiente la luz, porque la energía que usan son transformaciones químicas de los compuestos terrestres, la energía es atrapada por las hojas y la clorofila es la que le proporciona vitalidad a éstas para que absorban esa energía.

	tierra para proporcionar vida.”					compuesto vital, en mi opinión, el C ₆ H ₁₂ O ₆ es más usado por la planta que para el proceso fotosintético”	
--	---------------------------------	--	--	--	--	--	--

Matriz 6. Aserto de los asertos hallados en de cada instrumento.

En esta matriz se señalan los asertos de los casos por cada instrumento, con la intención de generar un aserto más profundo de los modelos explicativos y las relaciones que establecen los casos entre fotosíntesis y el principio de conservación de la energía.

<i>C1</i>				
<i>Instrumentos</i>				
1	2	3	4	5
Considera la fotosíntesis como proceso vital dependiente de la luz, así mismo, señala que las plantas son las únicas que hacen este proceso, tomando factores químicos del exterior, que	Afirma que la buena apariencia de la planta se debe a su exposición a la luz y al calor. Considera la energía como un factor que mantiene viva la planta, le da textura y color y en este sentido, es	Identifica y da funciones de organelas celulares presentes en la fotosíntesis, argumenta la energía como una transformación de inorgánica a orgánica, como motor o impulsor	Piensa en la energía como base de cualquier proceso, que se transforma, se transporta, se almacena y se refleja. Así pues, argumenta que si hay luz hay energía y por ello la planta se mantiene viva. Considera la	Identifica transformaciones de energía solar en química, de moléculas orgánicas a inorgánicas. Argumenta que los procesos fotosintéticos se realizan únicamente cuando se

trabajan para luego expulsarlos.	la energía un medio para que las células produzcan oxígeno.	importante en el desarrollo del proceso.	interacción, la fuerza y el movimiento causas para generar efectos, en este caso producir calor.	está en presencia de luz por ser de donde se obtiene la energía. En este sentido, considera la clorofila como el pigmento que irradia vitalidad a las plantas y quien absorbe la energía. Evidencia algunas causas y efectos dentro del proceso de fotosíntesis.
----------------------------------	---	--	--	--

Aserio: en el primer instrumento el C1 reconoce la fotosíntesis como un proceso vital para respirar que se da en presencia de luz, además reconoce el terreno y el agua como factores necesarios para este proceso; en este sentido, cuando aborda el instrumento 2 relaciona la buena apariencia de las plantas a la energía, ya que afirma que la luz solar y el calor “mantiene viva la planta, saludable, dando calor a sus células, logrando así textura, color”, esto va en correlación con investigaciones hechas por (Charrier, Cañal & Rodrigo, 2006) citando a (Roth, Smith & Anderson, 1983) referidas a las concepciones sobre la función de la energía en la fotosíntesis, cuando los autores afirman que “por lo general lo estudiantes desconocen si las plantas necesitan luz y en los casos en que la mencionan le atribuyen funciones como: vivir, crecer, tener buena salud, dar color a la planta”, el C1 argumenta también, que “las células absorben la energía y calor del medio utilizándolos a su manera para la producción de oxígeno” se observa en ésto transformaciones pero no explica cómo se dan. Ya en los instrumentos 3, 4 y 5 se observa un cambio de modelo en sus explicaciones, este C señala que “La luz solar es absorbida por las hojas y clasificadas por así decirlo por los cloroplastos quienes la envían a las moléculas, ATP y NADPH que son las encargadas de tomar esa energía inorgánica y transformarla en orgánica, es esa misma energía la que impulsa el proceso de separación del C,H, O, para expulsar el oxígeno y distribuir la combinación de C y H₂O necesaria para la planta ” lo cual evidencia un modelo pre científico molecular que explica las dos etapas en la fotosíntesis, y que se relaciona con Robert Mayer y su Principio de Conservación de la Energía al asumir que la fuerza (energía) no puede anularse pero si se puede transformar en otros fenómenos.

Para el instrumento 4 explica la convertibilidad y la transformación de la siguiente manera “[...] el aparato que procesa la energía, convierte los azúcares y todo lo que consumimos en energía que hace que no sintamos pilosos. Ahí sería la transferencia y la conversión de la energía”, esto, de uno u otro modo se relaciona con lo que dice (Mayer, 1973, p. 277) en su Principio de Convertibilidad que señala que, “las cosas pueden generar nuevos efectos que a su vez, son considerados causas creadoras de otros”.

C2

<i>Instrumentos</i>				
1	2	3	4	5
<p>Reconoce la fotosíntesis como proceso por medio del cual las plantas toman el CO₂ y se alimentan, gracias a lo que absorben del suelo, a su vez que son capaces de transformar lo que obtienen del mismo. En este sentido, considera que tanto la luz como las condiciones climáticas son factores esenciales para que se de éste proceso; el cual solo lo realizan las plantas.</p>	<p>Considera que la luz es un factor fundamental para que se de el desprendimiento de oxígeno, además de ser la que le proporciona energía a la planta.</p> <p>Asume que la fotosíntesis, es un proceso en cual se trasforma la energía lumínica en ATP.</p>	<p>Establece que en el proceso de fotosíntesis, se refleja la conservación de la energía, donde la energía lumínica se transforma en ATP (energía de la planta), y pasa a ser parte de la respiración. En este mismo sentido, considera que ésta transformación se da en las hojas, a partir de la combinación del Carbono, el agua, la luz solar y CO₂.</p>	<p>Considera que en los procesos de fotosíntesis, se evidencia la convertibilidad, la transferencia y la conservación, cuando las plantas convierten la energía lumínica en Adenosin Trifosfato. Asumiendo, la transferencia como cambio o transformación de una cosa. A su vez, reconoce que tanto convertibilidad como la transferencia son conceptos que se relacionan con la energía, cuando ésta se transforma en otras formas que pueden ser utilizables.</p>	<p>Reconoce que las transformaciones que se dan en la fotosíntesis están relacionadas con la captación de la energía solar, que es transformada en energía química, a partir de la absorción de sales minerales, el oxígeno y el agua, mostrando que dicha energía debe ser almacenada para la producción de moléculas orgánicas. En este sentido, establece que dichas transformaciones se dan en fases dependientes de luz y de otras fases, en la cuales debe de haber una energía base para que se inicien dichas transformaciones; reconociendo que la clorofila es un pigmento en el cual inicia la absorción de la luz solar.</p> <p>Establece que en los procesos fotosintéticos, las causas están relacionadas con la cantidad de gases, la energía y la alimentación. Donde sus efectos</p>

				abarcan la liberación del CO ₂ y el oxígeno. Dejando ver que los efectos podrían convertirse en nuevas causas.
--	--	--	--	---

Asero: A partir del instrumento 1, el C2 considera que la fotosíntesis “es un proceso por medio del cual las plantas se alimentan absorbiendo el agua y las sales minerales del suelo”, correspondiendo así a un modelo explicativo edáfico que afirma...”las plantas obtiene su alimento del exterior y más concretamente del suelo” ; sin embargo en este mismo instrumento establece que las plantas son capaces de transformar lo que absorben sin especificar alguna relación con la energía, referenciando la importancia de la luz como factor esencial en este proceso. No obstante, en el instrumento 2 y 3 asume la luz como factor que proporciona energía a la planta, significando la fotosíntesis como un proceso donde se da transformación, cuando argumenta que “la energía lumínica procesada con el agua y los minerales adsorbidos por la planta se transforman en ATP, considerando que dicha transformación se da en las hojas a partir de la combinación del Carbono, la luz solar y el CO₂” aspectos que no se corresponde con el modelo edáfico , el cual expone que “la transformación de las sustancias orgánicas e inorgánicas(agua y sales minerales) se dan en el suelo, por tanto, las plantas incorporan por sus raíces los alimentos ya digeridos” (Aristóteles, 322 a.c, citado por Sáenz, 2012). Ahora bien, parte de lo expuesto por el C en los instrumentos 2 y 3 se correlaciona con el modelo explicativo de trasmutación, el cual establece que “la alimentación no es exclusivamente edáfica, pues al suelo se unen el aire y el sol como fuente de alimento que se transforma. Por tanto, la planta es capaz de transformar éstas sustancias, por medio de las hojas”(Hales & otros, citados por Velásquez, 2011) r). Por otra parte, en el instrumento 4, reconoce que en los procesos fotosintéticos se evidencia la transferencia y la convertibilidad de la energía al manifestar que “la fotosíntesis es un proceso que abarca éstos conceptos, cuando la planta toma la energía lumínica y la convierte en adenosin trifosfato”, sin explicitar cómo dicha convertibilidad y transferencia se da en éste proceso. En el instrumento 5 asume que las transformaciones que se dan en la fotosíntesis son dependientes de fases lumínicas al mencionar que “ si, los procesos de fotosíntesis son dependientes de las fases lumínicas”, característica que se corresponde con algunas de las investigaciones sobre los modelos explicativos de los estudiantes en fotosíntesis, “los estudiantes no reconocen que los procesos de fotosíntesis implican una fase dependiente de luz y otra fase independiente de luz (Velásquez , 2011, p. 62)”. En este mismo instrumento, considera que los procesos fotosintéticos están relacionados con causas y efectos donde, éstos últimos pueden llegar a convertirse en causas, al exponer “que la planta libera gases en el final del proceso fotosintético y estos gases los absorberá otra vez para dar inicio a un nuevo proceso”. Lo anterior, de algún modo se relaciona con el principio de convertibilidad propuesto por Mayer (1973), al señalar que las causas pueden generar nuevos efectos y éstos a su vez pueden crear otras causas”

no obstante, en los planteamientos realizados por el caso no se especifica cómo se da dicha conversión.

C3

Instrumentos

1	2	3	4	5
Concibe la fotosíntesis como la capacidad de las plantas para absorber el alimento del suelo y así distribuirlo por tallo y hojas, en este sentido, argumenta que esta capacidad mantiene saludable a la planta para cumplir funciones como absorber CO ₂	Considera que la presencia de burbujas alrededor de la planta se debe a la energía y al efecto que la luz hace sobre el beaker y sobre la solución.	Considera la luz como factor obligatorio para la fotosíntesis, por ende, señala la transformación de la luz solar en energía fotosintética que forma el agua y el azúcar de la cual se alimenta la planta.	Habla de la transferencia como el paso de “algo” de un objeto a otro. Identifica transformaciones y considera la luz solar independiente de la energía solar. Atribuye la fricción y el movimiento como el medio para producir un cambio (calor)	Reconoce alguna transformación de los procesos fotosintéticos, a su vez, No considera las fases lumínicas como factor dependientes de que se pueda o no transformar la energía en la fotosíntesis, además señala la clorofila como la encargada de distribuir esta energía por la planta.

Asero: El C3 en el instrumento 1 deja ver una correspondencia con el modelo edáfico al considerar que “la planta absorbe su alimento por la raíz, llevándolas hasta el tallo y luego hasta el final de las hojas”. Argumenta también, que la luz tiene efecto sobre el recipiente y la solución y por ende, NO sobre la planta, esto, afirmando en el instrumento 2 que los factores necesarios para que se dé la fotosíntesis son “el lugar, la solución en la cual se somete la planta, la lámpara que proporciona calor al beaker”. En este sentido, (Charrier, Cañal & Rodrigo, 2006) exponen que “para muchos estudiantes la energía es un medio para producir calor” así, este C establece que “la lámpara trasmite calor a la solución y esta actúa formando burbujas”. Para el instrumento 3 muestra en sus modelos explicativos el de la transmutación, aquí dice que “La planta transforma la luz solar en energía fotosintética, absorbiendo el dióxido de carbono que se encuentra en el aire (CO₂) y por último el agua (H₂O) es absorbida por la planta desde la raíz luego pasa por el tallo hasta llegar a la última hoja de la planta realizando así el proceso fotosintético” también señala en este instrumento que para que se dé la fotosíntesis “La planta necesita obligatoriamente de la luz [...]” lo cual cambia en el instrumento 5 cuando menciona que “No considero que estas transformaciones solo dependan únicamente de fases lumínicas [...]” a lo que atribuye su explicación “porque si fuera así las plantas se secarían o marchitarían por no recibir sombra”. En los instrumentos 3, 4 y 5 evidencia que se da transformación y convertibilidad en la fotosíntesis y se refiere a ello en el instrumento 4 con algunas justificaciones someras en este proceso “[...] la planta absorbe la energía solar la trasforma en energía para sí misma, también el agua la trasforma en nutrientes pues ahí habría otra transferencia y convertibilidad convierte los nutrientes del agua para ella alimentarse”, es repetitivo en que hay transformaciones en el proceso de fotosíntesis, sin embargo, sólo en un instrumento intenta dar explicación a dichas transformaciones. En todos los instrumentos el C3 considera la luz independiente de la energía, cuando argumenta por

ejemplo que “el proceso de fotosíntesis incluye y necesita la luz solar, la cual es transformada en energía dentro de la planta”, en el instrumento 4 y en referencia a lo anterior dice “si, hay presencia de luz solar en la planta, este se encarga de transformarla en energía, porque si la planta no le llegara luz solar no le sería posible este proceso”. Por último, en el instrumento 5 considera la clorofila como “[...] la encargada de distribuir la energía por toda la planta” a su vez, menciona , que en los procesos fotosintéticos, las moléculas como el agua y el dióxido de carbono, son efectos que podrían ser causas para que se realice dicho proceso, sin precisar de qué forma se podrían dar. Al exponer que “la planta necesita de estos dos elementos el CO₂ y el H₂O para realizar su proceso fotosintético esto quiere decir que estos efectos si serian causas para que las plantas realicen su proceso fotosintético”.

C4

Instrumentos

1	2	3	4	5
<p>Considera las plantas como un recurso importante para la estabilidad del planeta y de los seres humanos, reconoce factores como el agua, la energía del sol y de la tierra para que la planta realice sus procesos.</p> <p>Considera que el producto de la fotosíntesis es un desecho que da beneficios a la humanidad, y los desechos de la humanidad son alimento de las plantas.</p>	<p>Reconoce la energía como impulsor de los procesos fotosintéticos en las plantas, transformando el CO₂ en O₂, debido a que se encuentra bajo una fuente de luz directa.</p>	<p>Reconoce la transformación de la energía y la utilización de ésta, para la producción de nutrientes, y además para realizar los procesos de la propia planta para su supervivencia.</p>	<p>Evidencia que, dentro de los procesos de transformación se da un “cambio de estado” e identifica diferentes formas de energía como la eólica y la energía nuclear. Dentro del proceso fotosintético reconoce la transformación de la energía solar para producir nutrientes que le sirven a la planta en los distintos procesos que realiza. Reconoce también, que Para que un cuerpo se caliente debe tener una fuerza o un movimiento constante, La fuerza sería una forma de transformar la energía en movimiento.</p>	<p>Identifica dentro del proceso de la fotosíntesis combinación de moléculas, y procesos que son independientes de la luz e igualmente reconoce algunas funciones de la clorofila dentro de este.</p>

Aserio: el C4, en el primer instrumento, considera la fotosíntesis como un proceso que “da alimento y que posibilita beneficios a los hombres”, señalando que “las plantas tienen la capacidad de absorber el dióxido de carbono y filtrar el agua”, no obstante en el

instrumento 2 reconoce que la fotosíntesis es un proceso que implica transformación, gracias a la luz que la lámpara le proporciona a la planta cuando expone que “la luz estimula el proceso de transformación de CO_2 a O_2 ”. Sin embargo, en este mismo instrumento expresa que la energía proveniente de la luz, acompañada de los minerales y el agua posibilitan que la planta puedan realizar procesos de transformación al argumentar que “la planta en la fotosíntesis transforma el CO_2 con la ayuda de la energía y sus minerales para así producir oxígeno” correspondiéndose con el modelo de transmutación el cual, mantiene que “la planta es capaz de transformar las sustancias en otras a través de la unión del aire, el sol, el agua y los minerales” (Hales & otros citados por Velásquez,2001). Por su parte en los instrumentos 3 y 4 , sigue considerando que la fotosíntesis está relacionada con la transformación y la energía, asumiendo que ésta se almacena en la planta para que pueda vivir y pueda producir el oxígeno necesario para el ambiente al mencionar que “ la energía almacenada no tiene una forma específica, pero si se nota las reacciones que produce en la planta, esta energía es usada por la planta para producir por medio de un proceso químico el oxígeno que respiramos y los compuestos que necesita la planta para así poder vivir”. En este sentido, la energía no solo es tomada como aquella que puede estar presente en la planta, sino también como la que proporciona vitalidad a la misma, aspecto que se correlaciona con algunas investigaciones sobre los modelos explicativos en fotosíntesis; al respecto afirman (Charrier, Cañal & Rodrigo, 2006) que “los estudiantes confunden la energía como medio o como factor para mantener saludable a las plantas. De igual modo en el instrumento 4, establece que el proceso fotosintético, se evidencia la conversión y la transferencia de la energía, sin hacer explícito cómo se desarrollan.

Ahora bien en el instrumento 5, reconoce que la fotosíntesis no depende exclusivamente de la energía solar, ya que existe otra energía proveniente de la tierra que ayuda a que éste proceso se dé, lo anterior al considerar que “no son tan dependientes porque existen plantas que se reproducen y realizan un proceso fotosintético sin la necesidad de la energía solar, porque la energía que usa es una transformación química de los compuestos terrestres”. Asumiendo, a la clorofila como aquella que le da color a las hojas y la que permite que la energía solar pueda ser absorbida, sin especificar como ocurre dicha absorción.

Matriz 7. Correspondencias entre casos y modelos

	C1		C2		C3		C4	
Instrumento 1	ME	Las plantas toman el CO ₂ "y lo trabajan por dentro de los tallos y en las hojitas, toman y sacan, trabajan y sacan lo bueno"	ME	En "la fotosíntesis, ellos absorben el agua y las sales por el suelo" "ese es el propio alimento de las plantas"	ME	"las plantas son capaces de auto crear su propio alimento absorbiéndola por la raíz, llevándolas hasta el tallo y luego hasta el final hasta las hojas"	ME	"la energía de la tierra puede ayudarle en beneficio a la planta para que realice el mismo proceso"
	MT	*****	MT	*****	MT	*****	MT	*****
	MPM	*****	MPM	*****	MPM	*****	MPM	*****
Instrumento 2	ME	*****	ME	*****	ME	***** No registra información para ubicarlo en un modelo	ME	*****
	MT	"Si, las células absorben la energía y el calor del medio utilizándolos a su manera para la producción de oxígeno"	MT	"Si, la energía lumínica procesada con el agua y los minerales adsorbidos por la planta se trasforman en ATP que creo que es una forma de energía"	MT		MT	"por el oxígeno que emana la planta, la luz estimula el proceso de transformación del CO ₂ a O"
	MPM	*****	MPM	*****	MPM		MPM	*****

Instrumento 3	ME	*****	ME	*****	ME	*****	ME	*****
	MT	*****	MT	la transformación de la energía en las plantas, que tiene lugar en las hojas. la combinación del agua, luz solar, oxígeno y carbono da como resultado ATP (energía de las plantas)”	MT	“La planta necesita obligatoriamente de la luz solar para realizar su proceso fotosintético, este proceso se alimenta de oxígeno (O2), [...] y por ultimo alimentándose de los nutrientes del agua y el azúcar producido”	MT	“La energía lumínica del sol que absorbe la planta la convierte o la usa para producir nutrientes para la misma y sobre todo para transformar la energía ...”
	MPM	"La luz solar es absorbida por las hojas y clasificadas por así decirlo por los cloroplastos quienes la envían a las moléculas, ATP y NADPH que son las encargadas de tomar esa energía inorgánica y transformarla en orgánica"	MPM	*****	MPM	*****	MPM	*****

Instrumento 4	ME	“Que la planta se vea viva, que este almacenando los minerales del suelo”.	ME	*****	ME	"yo he escuchado que las plantas que absorben la energía y los nutrientes de la tierra pero no se como se hace esa energía en la planta"	ME	“Las plantas absorben la energía solar para multiplicar nutrientes que adquieren de la tierra ...”
	MT	"el aparato que procesa la energía, convierte los azúcares y todo lo que consumimos en energía que hace que no sintamos pilosos. Ahí sería la transferencia y la conversión de la energía”	MT	“Porque la fotosíntesis es un proceso que abarca todos los conceptos” “como lo hacen las plantas que toman la energía lumínica, la convierten en adenosintrifosfato y otras cosas”	MT	"absorbe la energía solar la transforma en energía para si misma, también el agua la transforma en nutrientes pues ahí habría otra transferencia y convertibilidad convierte los nutrientes del agua para ella alimentarse”	MT	"... transforman la energía solar en energía propia que la utilizan para transformar el dióxido de carbono que absorben y convertirlo en oxígeno”
	MPM	*****	MPM	*****	MPM	*****	MPM	*****

<i>Instrumento 5</i>	<i>ME</i>	*****	<i>ME</i>	*****	<i>ME</i>
	<i>MT</i>	*****	<i>MT</i>	*****	<i>MT</i>

<p>*****</p>	<p><i>ME</i></p>	<p>"... existen plantas que se reproducen y realizan un proceso fotosintético sin la necesidad de energía solar, porque la energía que usa es una transformación química de los compuestos terrestres", "La energía solar es atrapada por las hojas de las plantas..."</p>
<p>"Las plantas poseen unas células, que son las encargadas de transformar la luz solar en energía química, y también creo que son las encargadas de absorber las vitaminas del sol"</p>	<p><i>MT</i></p>	

	MPM	<p>La clorofila está relacionada con "la energía porque tal vez ese pigmento sea quien la absorbe", "se toma la energía por las hojas luego una molécula llamada ATP la transforma y distribuye Moléculas inorgánicas a orgánicas= se recoge dióxido de carbono y agua, se unen y se forma la sabia bruta con la ayuda de la luz solar o energía química se obtiene una glucosa para la cual se separa para expulsar el oxígeno O₂, y deja el carbono dentro de la planta"</p>	MPM	<p>"Las células especializadas captan la energía solar, la transforma en energía química (Adenosin Trifosfato) y luego la almacena para utilizarla en la producción de moléculas orgánicas complejas"</p>
--	------------	---	------------	---

MPM	*****	MPM	*****
------------	-------	------------	-------

Análisis y hallazgos

Del análisis de la información recolectada y expuesta en las matrices, surgen en primera instancia asertos de cada caso por instrumento; entendiendo aserto como las interpretaciones que de acuerdo a las intencionalidades y modos de ver de los investigadores, permitieron comprender y dar significado a lo que los casos consideraban frente al fenómeno de estudio. Estos primeros asertos se dieron por análisis de líneas y palabras, que anteriormente fueron descritos y surgen de lo más representativo dicho por los casos, de estos asertos salen las categorías emergentes; después se construyó, un aserto más amplio también por cada instrumento en una nueva matriz, éstos salen por la interpretación de los investigadores pero sin salirse de lo que expresan los casos en cada una de sus respuestas, aquí entonces se relacionaron todos los instrumentos, construyendo otro aserto general de cada caso por los cinco instrumentos implementados; en este aserto se referenció los planteamientos del teórico, los modelos teóricos de fotosíntesis y algunas investigaciones hechas por otros autores. Para continuar con el análisis, se crea una matriz en la que se ubican los casos en el modelo fotosintético al que corresponde su discurso en cada instrumento.

Ahora bien, según los análisis hechos en el planteamiento del problema y del marco conceptual surgen las siguientes categorías apriorísticas:

<i>Categorías apriorísticas</i>	<i>Descripción</i>
CA1	La fotosíntesis vista desde una reacción unidireccional
CA2	La fotosíntesis como absorción de alimentos a través del suelo
CA3	La fotosíntesis como proceso de transformación y conservación de la energía
CA4	La fotosíntesis como proceso vital dependiente de la luz

Instrumento uno.

En este instrumento todos los casos se ubican en el modelo edáfico, el cual explica que "las plantas obtienen del exterior el alimento, principalmente del suelo, a través de sus raíces" y se relaciona estrechamente con la CA2. Aquí los C1, C2 y C4 exponen que solo las plantas realizan fotosíntesis, lo manifiestan respectivamente como "las plantas son las únicas que lo hacen", "las plantas son las únicas", "no, ni los hongos" mientras que el C3 no responde, de las anteriores líneas se crea la categoría emergente *Las plantas como únicos organismos que realizan fotosíntesis*. Ahora bien, el C1 y el C2 consideran la luz solar como factor primordial para realizar fotosíntesis, en este sentido, el C4 además de la energía solar, identifica que es necesaria la energía de la tierra para que se pueda realizar dicho proceso, éste expresa "la energía del sol, la energía de la tierra puede ayudarle en beneficio a la planta para que realice el mismo proceso por ejemplo los días de oscuridad cuando no tienen la luz solar utilizaría la energía de la tierra" con lo anterior, se manifiesta la categoría apriorística *La fotosíntesis como proceso vital dependiente de la luz*. En este instrumento, el C1 en particular y en otros instrumentos el C3 y C4 afirman que la energía mantiene viva y saludable la planta y por ello, se reconfirma la categoría apriorística *La energía como factor que mantiene viva la planta*.

Instrumento dos.

Para el instrumento dos, el C1, el C2 y el C4 pasan de un modelo edáfico a uno transmutacionista, esto con respecto a lo que exponen en su discurso, por ejemplo, el C1, dice "Si, las células absorben la energía y el calor del medio utilizándolos a su manera para la producción de oxígeno", C2 argumenta "si, la energía lumínica procesada con el agua y los minerales adsorbidos por la planta

se transforman en ATP que creo que es una forma de energía" y el C4 "por el oxígeno que emana la planta, la luz estimula el proceso de transformación del CO₂ a O", y en este sentido, estos casos relacionan la producción de oxígeno a la luz de la lámpara sin mencionar que lo que está sucediendo es el proceso de fotosíntesis, de las anteriores justificaciones sale la categoría emergente *luz como factor para que se dé el desprendimiento de oxígeno*. Por otro lado, todos los casos consideran *las hojas, el CO₂, el H₂O como factores físicos y químicos presentes en la fotosíntesis*, dando origen a una categoría. Finalmente, el C3 no argumenta información para ubicarlo en un modelo específico, pero expresa que "[...] la planta absorbería la energía que le trasmite la luz" de lo que se infiere que este caso considera la luz independiente de la energía, de lo que emerge la categoría *Considerar luz independiente de la energía*.

Instrumento tres

Los discursos que se manifiestan en este instrumento ponen al C2, C3 y C4 en el modelo transmutacionista, ya que aunque argumentan que hay transformaciones en la fotosíntesis no explican cómo éstas se dan, por el contrario el C1 se ubica en el modelo pre-científico molecular en la medida que expone "La luz solar es absorbida por las hojas y clasificadas por así decirlo por los cloroplastos quienes la envían a las moléculas, ATP y NADPH que son las encargadas de tomar esa energía inorgánica y transformarla en orgánica" identificando estructuras específicas y conversión de energía inorgánica a orgánica, respecto a lo anterior se expresa la categoría apriorística *La fotosíntesis como proceso de transformación y conversión de la energía*.

Instrumento cuatro

Se evidencia en este instrumento que los C1, C3 y C4 vuelven a manifestar un modelo edáfico en lo que argumentan, al considerar en sus explicaciones

respectivamente "Que la planta se vea viva, que este almacenando los minerales del suelo", "yo he escuchado que las plantas que absorben la energía y los nutrientes de la tierra pero no sé cómo se hace esa energía en la planta", "Las plantas absorben la energía solar para multiplicar nutrientes que adquieren de la tierra [...]" esto da pie a resaltar otra categoría apriorística *La fotosíntesis como absorción de alimentos por el suelo*, así que expresan también un modelo transmutacionista en sus justificaciones, sumándose el C2 al mismo modelo cuando señala "Porque la fotosíntesis es un proceso que abarca todos los conceptos" "como lo hacen las plantas que toman la energía lumínica, la convierten en adenosintrifosfato y otras cosas".

De este instrumento se infiere que todos los casos relacionan el movimiento como causa para producir calor aquí manifiestan lo siguiente: C1 "la cercanía, el impulso de mis manos, el hecho de que las ponga a chocar constantemente generaría el calor, al estar en constante movimiento" "También por una fuerza que está relacionada con la energía que necesito para impulsar las placas", el C2 "fricción entre las dos laminas, que yo le provoque la fuerza y el movimiento constante", el C3 "entonces sería hacer un movimiento en sentido opuesto, para que se de calor" y finalmente el C4 "Para que se dé el movimiento debe de haber una fuerza que se le aplique al cuerpo, porque un cuerpo sino tiene fuerza no se movería, para que el cuerpo se caliente debe tener movimiento constante o una fuerza" aquí surge la categoría *Movimiento y fuerza como causas que producen efectos*

Instrumento Cinco

En este instrumento el C4 se sostiene en un modelo edáfico, expresando "porque la energía que usa es una transformación química de los compuestos terrestres", por su parte el C3 devela un modelo transmutacionista, él dice "Las plantas poseen unas células, que son las encargadas de transformar la luz solar en energía química, y también creo que son las encargadas de absorber las vitaminas del sol", el C1 y C2 señalan respectivamente que la clorofila está

relacionada con "la energía porque tal vez ese pigmento sea quien la absorbe, se toma la energía por las hojas luego una molécula llamada ATP la transforma y distribuye Moléculas inorgánicas a orgánicas= se recoge dióxido de carbono y agua, se unen y se forma la sabia bruta con la ayuda de la luz solar o energía química se obtiene una glucosa rara la cual se separa para expulsar el oxígeno O₂, y deja el carbono dentro de la planta", "Las células especializadas captan la energía solar, la transforma en energía química (Adenosin Trifosfato) y luego la almacena para utilizarla en la producción de moléculas orgánicas complejas". De lo anterior se infiere que tanto el C1 como el C2 dan a entender en sus explicaciones las fases de la fotosíntesis, esto sin mencionarlas como fases, con estas respuestas se entiende la categoría apriorística ya mencionada *Fotosíntesis como procesos de transformación y conversión de la energía*. Se puede resaltar, que el C3 en este instrumento no considera las fases lumínicas como factor dependientes de que se pueda o no transformar la energía en la fotosíntesis tal como lo hacía en el primer instrumento, esto cuando argumenta "No considero que estas transformaciones solo dependan únicamente de fases lumínicas, porque si fuera así las plantas se secarían o marchitarían por no recibir sombra".

Del análisis de los cinco instrumentos surgieron las siguientes categorías que representan los modelos explicativos de los casos:

<i>Categorías emergentes</i>	<i>(Surgen del análisis de los instrumentos)</i>
CE1	Considerar luz independiente de la energía.
CE2	Las hojas, el CO ₂ , el H ₂ O y la luz solar como factores físicos y químicos presentes en la fotosíntesis.
CE3	La luz como factor para que se dé el desprendimiento de oxígeno.

CE4	Movimiento y fuerza como causas que producen efectos.
CE6	El CO ₂ y el oxígeno como efectos que se convierten en causas en la fotosíntesis.
CE7	Las plantas como únicos organismos que realizan fotosíntesis.

CONSIDERACIONES FINALES.

- A partir del análisis realizado, se observó que en los libros de textos se conceptualiza la fotosíntesis como una simple definición y se deja de lado las diferentes explicaciones respecto a las transformaciones de la energía y sus interacciones en tal proceso. Lo anterior, implica que los estudiantes muestren en sus discursos un tejido de conceptos poco fundamentados y muy generales sobre la dinámica energética de dicho fenómeno, por tanto, no permite que se establezcan relaciones más profundas con respecto a la transferencia, convertibilidad y conservación de la energía, base fundamental para que se dé la fotosíntesis.
- Dentro de la enseñanza de la ciencia, la mirada planteada por Mayer de la interdependencia, indestructibilidad y convertibilidad de los fenómenos de la naturaleza, devela un nuevo enfoque que resulta de gran utilidad para la enseñanza y comprensión de los procesos fotosintéticos, ya que implica identificar la energía cuando ésta toma variadas formas, en este caso, transformarse de energía lumínica a química, y así poder constituir, desde una

mirada holística la causalidad (causas y efectos) como una función desde la interdependencia de los fenómenos.

- El uso de la historia y la epistemología, posibilita hacer un análisis más profundo de los desarrollos de significación y construcción de los conceptos, leyes o principios que estructuran y fundamenta el conocimiento científico, así mismo, ayuda a reconocer y comprender otras formas de conceptualizar fotosíntesis. Favorece la reconstrucción de métodos olvidados, al retomar las circunstancias que dieron lugar a la construcción de las teorías y dinámicas científicas y, desde luego, a mejorar la motivación de los estudiantes al sentirse con la posibilidad de cuestionar y reconstruir lo establecido como una actividad científica.
- Con respecto a los modelos explicativos de los casos, se pudo identificar que éstos reconocen que en los procesos fotosintéticos se encuentra presente la energía y que ésta a su vez puede transformarse, sin embargo en sus discursos no especifican cómo se dan dichas transformaciones y qué puede ocurrir con energía a lo largo del proceso. En este sentido, se observó que las explicaciones planteadas por algunos de los participantes, aun correspondían con ciertos modelos teóricos sobre la fotosíntesis de antaño.
- Se hace pertinente que el docente, antes de abordar un concepto como el de fotosíntesis, reconozca en una primera instancia los modelos explicativos de sus estudiantes, sus intereses, necesidades y el contexto en cual se relacionan. Lo anterior, con la intención de que se pueda realizar significativamente un proceso de re contextualización del saber científico.
- Así mismo, a partir de la información recolectada y analizada en esta investigación, se puede afirmar que la enseñanza de la fotosíntesis no es suficiente con el abordaje de conceptos, sino que también implica reconocer las diferentes concepciones que han dado lugar a la construcción de dicho conocimiento científico, a su vez de poderlo significar como un proceso que

implica transformación de la energía, desde la comprensión e interpretación del cómo se dan dichas transformaciones.

RECOMENDACIONES

- Se hace imperativo tener en cuenta la experimentación y la esquematización en la enseñanza de la fotosíntesis, como aspectos que podrán potencializar su comprensión y analizar el fenómeno fotosintético desde el principio de conservación de la energía.
- Se hace prescindible que al momento de enseñar conceptos científicos, los docentes se referencien en los planteamientos de teóricos y las circunstancias iniciales que dieron pie a las primeras construcciones y su posterior formalización.
- En la medida que son pocas las investigaciones que relacionan la fotosíntesis como un proceso energético, se ha pertinente seguir investigando frente a estos cuestionamientos, así, plantear nuevas formas de conceptualizar este fenómeno podría mejorar su comprensión.

SECUENCIA DIDÁCTICA

Secuencia Didáctica

La siguiente secuencia didáctica, surge del análisis de la investigación y de la necesidad de reflexionar sobre los procesos de enseñanza y de aprendizaje; en este sentido, la unidad didáctica se toma como "un dispositivo pedagógico, que permite articular enseñanza, aprendizaje y evaluación" (Jiménez , & otros, p. 1, 2003). En la cual, se piensa al maestro como un investigador y al estudiante como

constructor de conocimientos que propone, evalúa y toma decisiones frente al saber. Asimismo se abren espacios para el diálogo y la reflexión constante de lo construido, lo anterior con la finalidad de que la ciencia sea vista como una actividad social y dinámica.

Desde la propuesta hecha por San Martín & Jorba (1994), el ciclo didáctico consta de varias fases, no obstante éstas no deben de entenderse como pasos sucesivos a seguir mecánicamente, sino como fases que están en constante evaluación. "las fases privilegian procesos de evaluación permanente, requiere de autorregulación constante y, al tiempo, promueve el trabajo cooperado, lo que implica la necesidad de pensar en la construcción de comunidades de aprendizaje" (Gómez , Martín , & Pujol, p. 54, 2003).

Por otra parte, el primer aspecto que tiene en cuenta una secuencia didáctica o ciclo didáctico es el planteamiento de una pregunta central, que sea interesante para el estudiante, que propicie la búsqueda de modelos explicativos y que posibilite en el alumnado actitudes que le permitan organizar y estructurar su propio conocimiento.

Ahora bien, las actividades que se plantean para esta secuencia didáctica están guiadas desde un enfoque histórico y epistemológico, ya que van encaminadas para que el estudiante reflexione, proponga y tome actitudes frente al saber; así mismo para que haya una interacción permanente entre el maestro y el alumno, que posibilite la construcción del conocimiento científico social y la comprensión del mismo.

La secuencia didáctica se elaboró para estudiantes de los grados 11, en el área de biología sobre la temática de fotosíntesis vista como un proceso energético. Su duración es de 4 semanas

Pregunta central

¿Qué ocurre con la energía en el proceso de fotosíntesis?

Objetivo

Identificar las transformaciones de la energía dentro del proceso fotosintético y su relación con el principio de conservación de la energía.

Objetivos específicos

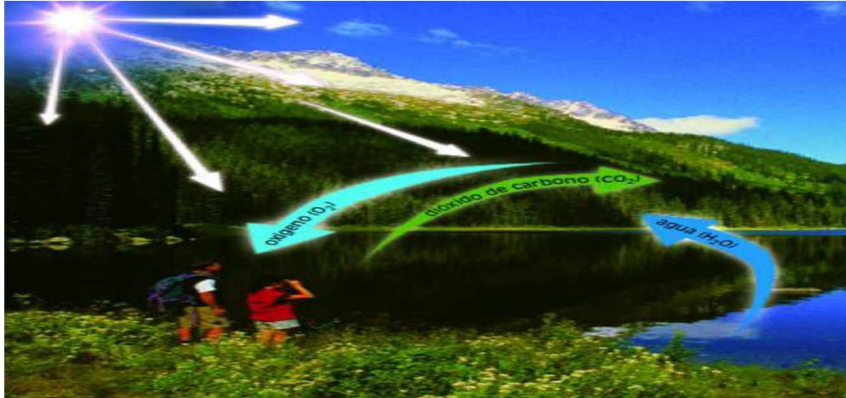
- I- Reconocer las ideas de los estudiantes con respecto al concepto de fotosíntesis y su relación con la energía
- I- Significar la fotosíntesis a través de la transformación y la conservación de la energía ocurrida en dicho proceso.
- I- Proponer nuevas situaciones contextualizadas, que posibiliten en el estudiante, valorar y tomar decisiones frente a los conocimientos comprendidos con respecto a la energía presente en el proceso fotosintético.

Fase I

Indagación de ideas.

Para esta fase se seleccionó una imagen, con la cual se pretende que el estudiante a partir de la esquematización del fenómeno de la fotosíntesis, pueda construir o examinar sus propias explicaciones acerca de lo que saben o consideran sobre dicho proceso, a su vez que expongan las posibles relaciones que se podrían establecer con la energía. Para ello, se elaboro un cuestionario de preguntas abiertas. El tiempo requerido para la realización de esta actividad es de 1 hora.

A continuación se presenta la siguiente imagen. Obsérvala, luego responde.



1. ¿Qué proceso puedes observar a partir de la siguiente imagen?
2. ¿Qué sabes acerca de él?
3. ¿Qué factores crees, que pueden influir para que se pueda realizar?
4. ¿Consideras que la energía puede estar presente en dicho proceso? ¿de qué forma?
5. Si tu respuesta es afirmativa, ¿qué sucede con ella?
6. ¿Cómo se relaciona la energía y la fotosíntesis?
7. Si faltaría la luz del sol, ¿piensas que este proceso se podría realizar? ¿por qué?

Fase II

BÚSQUEDA DE NUEVOS MODELOS EXPLICATIVOS, PROCEDIMIENTOS Y ACTITUDES.

La intención, con las actividades que se plantearon en esta fase, fue la de ayudar a los estudiantes a estructurar sus ideas y concepciones en relación con la fotosíntesis y la energía presente en este proceso, a su vez las condiciones o los factores que se relacionan para que éste fenómeno se pueda dar. Asimismo, que puedan incorporar nuevas ideas o procesos, que sean importantes para ellos y les permitan elaborar nuevas explicaciones que estén acorde con algunas construcciones científicas.

El docente en cada una de estas actividades, estará guiando el proceso resolviendo las dudas que surjan a lo largo de éstas. El tiempo requerido para su realización será de 4 horas.

Actividad 1

A continuación, se presentan 3 fragmentos alusivos a los argumentos que algunos personajes han planteado sobre el proceso fotosintético. Lee y analiza

❖ FRAGMENTO 1

“Aristóteles, consideraba que las plantas toman su alimento del exterior de la tierra a partir de las raíces, por ello, el suelo se asume como el lugar en el cual se dan todas las transformaciones digestivas, es decir, la planta incorpora por sus raíces los alimentos ya digeridos. En este sentido, la transformación o procesamiento de las sustancias orgánicas e inorgánicas (sales minerales y agua) ocurren directamente en el suelo”.

❖ FRAGMENTO 2

“Van Helmont y otros, establecían que las plantas transforman el agua en madera, hojas y raíces, a las cuales se unen el sol y el aire como fuentes de alimentos que se transforman en las hojas, por combinación de sustancias o finalmente por cambios químicos”.

❖ FRAGMENTO 3

“Wilhelm Engelmann, propuso que los procesos fotosintéticos, dependen de la absorción de la luz hecha por la clorofila, pigmento que da color a las hojas, por su parte Blackman, señaló que éstos procesos se realizaban en fases dependientes de la luz o independientes de la temperatura, lo que permitió reconocer, que la fotosíntesis, se deriva de reacciones lumínicas y reacciones oscuras o enzimáticas. En las cuales, se puede evidenciar que la energía lumínica proveniente del sol puede ser transformada en energía química; reconociéndose de este modo el papel de las plantas en el ciclo de la materia y la energía” (Robert Mayer).

Luego de tu lectura y análisis, argumenta con cuál o cuáles de los anteriores enunciados estás de acuerdo y ¿por qué?

Actividad 2.

Para este espacio se propone una actividad experimental que consta de dos etapas.

Actividad experimental 1.

Materiales

- s Microscopio
- s Elodea
- s Cubre objeto
- s Porta objeto
- s Agua
- s Bisturí

Procedimiento.

Se corta una hoja de Elodea y se coloca sobre un porta objeto, el lado inferior de esta debe estar hacia arriba, posteriormente se le agrega una gota de agua y se cubre con el cubre objeto.

La siguiente preparación debe ser observada en el microscopio óptico con los objetivos 10X y 4X.



A partir del montaje propuesto que encontrarás en el microscopio, observa y responde con tus propias palabras las siguientes preguntas.

- ¿Dentro de cada una de las células se encuentran otras organelas de forma circular, que nombre tienen éstas? ¿Sabes su función?
- ¿Consideras que las organelas que observas a través del microscopio podrían estar relacionadas con el proceso fotosintético? ¿Por qué?
- Realiza un dibujo de lo observado en el microscopio.
- Socialización de la actividad

Actividad 2.

Observación proceso de fotosíntesis

Materiales

- ✓ Lámpara de bombilla
- ✓ Pipeta graduada de 10 ml
- ✓ Bakers de 400ml
- ✓ Ramas de Elodea
- ✓ Solución de bicarbonato
- ✓ Paño limpio y seco
- ✓ Cuchilla

Procedimiento

Se inicia tomando una porción de 6 a 8cm de la planta de elodea fresca, en cada uno de los extremos de la planta se debe de hacer un corte oblicuo. Posteriormente la planta se introduce en el Baker y se le agrega la solución de bicarbonato de sodio, hasta que la cubra totalmente, ésta debe ser adicionada lentamente y con la precaución de que no entren burbujas de aire al interior del recipiente, el siguiente sistema se sitúa frente a una lámpara o a la luz del sol y se deja reposar aproximadamente de 10 a 20min.

Con el montaje que encontrarás sobre la mesa deseamos que respondas lo que está sucediendo a partir de tus conocimientos, explica y responde las preguntas que se te harán a continuación.



El anterior montaje corresponde al proceso fotosintético

- Describe y argumenta lo que ocurre en este proceso.
- ¿Qué factores consideras necesarios para que se de lo que estás observando? ¿por qué?
- Explica lo que le ocurre a la luz cuando llega a la Elodea. ¿Qué función consideras que cumple?
- Analiza, si en este proceso puede estar presente la energía ¿de qué forma? ¿podrían haber transformaciones de la energía? Explica

Fase III

Estructuración de nuevos conocimientos: conceptuales, procedimentales y actitudinales.

En esta fase se pretende que los estudiantes, a partir de las relaciones e interacciones que pudieron establecer con las anteriores actividades, puedan darle nuevos significados a sus ideas o conocimientos, del mismo modo que construyan su propio conocimiento en relación con la temática abordada, de acuerdo a sus intereses y necesidades. Asimismo que sean capaces de comprender y aplicar lo aprendido.

Para ello se plantean 3 actividades, que se abordaran en cuatro horas clases.

- Sesión de clase.

En esta sesión se realizará una clase, en la cual se planteará la fotosíntesis vista como un proceso energético, que se relaciona con el principio de conservación de

la energía a través de situaciones problemas y aspectos históricos. En esta instancia, se expondrá cómo en este fenómeno está presente la energía y lo que ocurre con ella, a partir de la esquematización de las diferentes reacciones que ocurren en dicho proceso.

Se iniciará dando a conocer el principio de conservación de la energía, ejemplificando situaciones que serán guiadas a través de la discusión entre docente y el estudiante.

La energía no se crea ni se destruye; solo se transforma de unas formas en otras. En estas transformaciones la energía total permanece constante; es decir, la energía total es la misma antes y después de cada transformación.

- El fenómeno de la fotosíntesis.

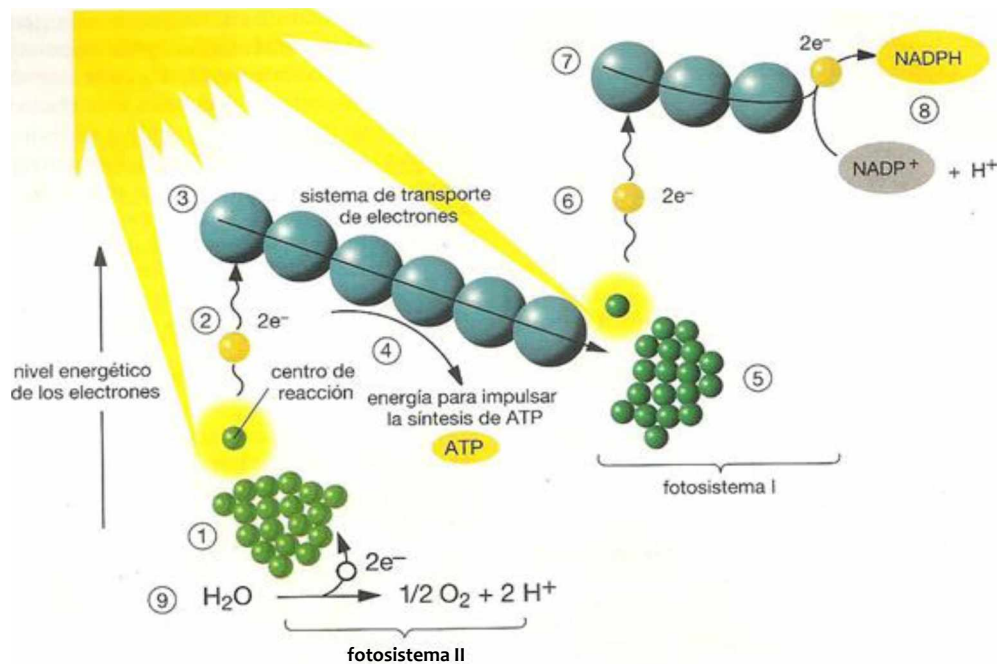
En este espacio se propone el siguiente video, que esquematiza la fotosíntesis y lo que ocurre con la energía en este proceso.

<http://www.youtube.com/watch?NR=1&feature=fvwp&v=TpMktHlorGo>

Luego, se hará una socialización del mismo en forma de debate, en el cual se tendrá en cuenta los aspectos tratados en la clase y el video. Para esto, se propone que los estudiantes den a conocer sus percepciones y lo que aprendieron, se generen preguntas y aportaciones, de igual forma que cada estudiante elaboré un escrito reflexivo y argumentativo, de acuerdo a los planteamientos que se abordaron en dicha discusión.

- Reorganización de saberes.

Para ello, se propone el siguiente esquema (Tomado de Audesirk & Audesirk, p. 120, 2003), que evidencia el proceso de transformación de la energía lumínica a energía química (reacción lumínica, fotosistema 1).



A partir del siguiente esquema se propone que, el estudiante Explique y argumente cómo se da el proceso de fotosíntesis y las transformaciones de la energía ocurridas en él. Para lo anterior, se realizará una socialización de acuerdo a lo que los estudiantes elaboren y construyan, ésta estará mediada por el docente.

Fase IV

Aplicación de conocimientos a nuevas situaciones.

Las actividades que se exponen, en esta fase tienen como finalidad que el estudiante pueda transferir y aplicar lo aprendido a otras situaciones. Para lo anterior se proponen 3 actividades en las cuales el tiempo de aplicación es de 3 horas.

Actividad 1

Simulaciones.

A través de la observación y el análisis de la siguiente simulación

<http://phet.colorado.edu/en/simulation/energy-skate-park>

Responde:

Explica, ¿qué sucede en términos de la energía?

Qué tipos de energías consideras que pueden estar interactuando, en la anterior simulación, ¿Por qué?

A medida que el patinador desciende por la rampla desde el punto A hasta el punto B y C, ¿qué crees que sucede con éstos tipos de energía? ¿Por qué?

Punto A



Punto B



Punto C

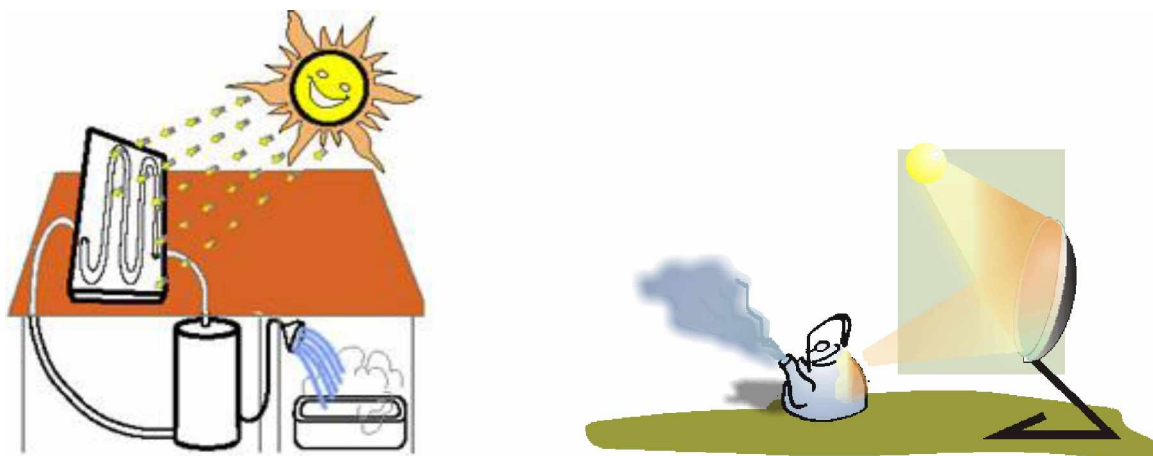


De acuerdo a lo anterior, consideras ¿qué puede haber alguna relación entre energía, conservación y transformación? Justifica tu respuesta.

Actividad 2

Interpretación de imágenes.

A continuación se muestran las siguientes imágenes:



De acuerdo a las imágenes, describe lo que sucede con la energía del sol.

Consideras, ¿qué esta energía sólo puede ser utilizada en estos casos? ¿Por qué? , explica en qué otro proceso a parte de la fotosíntesis, puede evidenciarse algún tipo de transformación de la energía, Argumenta tu respuesta, de acuerdo a lo aprendido en las actividades anteriores.

Actividad 3

Experimentación física.



Se plantea, el experimento realizado por Robert Mayer, en el cual a través de la fricción de dos placas se pretendía observar, como a partir de dicha fricción y el

cese del movimiento entre éstas, se producía el calor. De esta, manera Significo como un cuerpo puede transferir calor a otro. Asumiendo, el calor como una forma de energía.

A continuación se presentan dos placas metálica frótalas entre sí, durante un 1 min, luego observa y analiza.

Luego del cese del movimiento entre las dos placas, ¿qué cambios puedes observar? Explica tu respuesta

Consideras que en la anterior situación ¿puede haber alguna relación entre el movimiento y el calor? Justifica tu respuesta.

Cuáles serían las condiciones para que se den los efectos y las causas para la anterior situación.

Luego de realizar la anterior experiencia, se plantea una socialización guiada por el docente, en la cual se tendrá en cuenta el principio de convertibilidad propuesto por Mayer, el cual señala que: "las cusas pueden generar nuevos efectos que a su vez, son considerados como causas creadoras de otros efectos". Terminada dicha discusión se dará paso a resolver los siguientes cuestionamientos.

- > Menciona las causa y los efectos correspondientes, que crees que se pueden observar dentro el proceso fotosintético. Argumenta tu respuesta
- > Consideras que estos efectos pueden convertirse en nuevas causas para que la planta realice fotosíntesis. Si o no y ¿por qué?

Socialización, en la cual el estudiante elegirá las herramientas o la forma de presentarla.^{1A}

¹¹ Las imágenes expuestas en este ciclo fueron tomadas de las siguientes fuentes :
<http://carricaburu27.wordpress.com/2010/12/01/experimento-respiracion-de-plantas-acuaticas-sin-fotosintesis/>
<http://deconceptos.com/ciencias-naturales/microscopio>
<http://profundizamanueldefalla.wordpress.com/page/4/>
<http://www.tiendanimal.es/articulos/plantas-acuaticas/>
<http://colombia.aula365.com/post/energia-transformacion/>
<http://www.emagister.com/curso-energia/tipos-energia-6-solar-sonora-luminosa>

ANEXOS

Anexos 1. Carta de información a los padres de familia.

Medeúin, 5 de febrero de 2013

SEÑOR(A)

Adriana Arango Hurtado

Asunto: Notificación de participación de estudiantes en Investigación

Cordial saludo Señores Padres de Familia

Los maestros en formación de la Universidad de Antioquia Eflen Margarita Guzmán, María Alejandra Díaz y Yularsi Rodiño están invitando a su hijo(a): **JUAN FERNANDO PÉREZ ARANGO** a participar del proceso investigativo que se adelanta como proyecto de grado y que trata de indagar los modelos explicativos de los estudiantes frente al tema de Fotosíntesis en relación con el Principio de Conservación de la Energía; es de aclarar, que su participación no compromete en nada la parte académica y personal de su hijo, sino que por lo contrario se hará un reconocimiento en una de sus asignaturas, además, el compromiso ético de las investigadoras con los resultados de la investigación se traducirá en la preservación de la identidad de cada uno de los participantes. Paralelo a esto se hará la devolución oportuna de toda la información suministrada con el propósito de avalar su pertinencia.

Agradecemos su atención.

Atentamente,

Ellen Margarita Guzmán A.
Ellen Margarita Guzmán
CC: 1104412575

Ma Alejandra Díaz
María Alejandra Díaz
CC: 1128278815

Yularsi Rodiño H.
Yularsi Rodiño Hernández
CC: 1067400897

Juan Pérez
Estudiante: Juan Pérez
TI:
Adriana Arango H.
Padre de Familia: Adriana Arango
CC:

Medellin, 5 de febrero de 2013

SEÑOR(A)

Maria Cristina Pareja

Asunto: Notificación de participación de estudiantes en Investigación

Cordial saludo Señores Padres de Familia

Los maestros en formación de la Universidad de Antioquia Ellen Margarita Guzmán, María Alejandra' Díaz y Yuiarsi Rodiño están invitando a su hijo(a): **SEBASTIÁN RUIZ PAREJA** a participar del proceso investigativo que se adelanta como proyecto de grado y que trata de indagar los modelos explicativos de los estudiantes frente al tema de Fotosíntesis en relación con el Principio de Conservación de la Energía; es de aclarar, que su participación no compromete en nada la parte académica y personal de su hijo, sino que por lo contrario se hará un reconocimiento en una de sus asignaturas, además, el compromiso ético de las investigadoras con los resultados de la investigación se traducirá en la preservación de la identidad de cada uno de los participantes. Paralelo a esto se hará la devolución oportuna de toda la información suministrada con el propósito de avalar su pertinencia.

Agradecemos su atención.

Atentamente,

Ellen Guzman A.
Ellen Margarita Guzmán
CC: 1104412575

M^a Alejandra Díaz
María Alejandra Díaz
CC: 1128278815

Yularsi Rodiño H
Yularsi Rodiño Hernández
CC: 1067400897

Sebastian Ruiz Pareja
Estudiante: Sebastián Ruiz
TI:

María Cristina Pareja Pao.
Padre de Familia: Cristina Pareja
CC: 42.886.109.

Medellin, 5 de febrero de 2013

SEÑOR(A)

Claudia María Muñoz Mira

Asunto: Notificación de participación de estudiantes en Investigación

Cordial saludo Señores Padres de Familia

Los maestros en formación de la Universidad de Antioquia Ellen Margarita Guzmán, María Alejandra Díaz y Yularsi Rodiño están invitando a su hijo(a): **LORENA ANDREA MUÑOZ GUZMÁN** a participar del proceso investigativo que se adelanta como proyecto de grado y que trata de indagar los modelos explicativos de los estudiantes frente al tema de Fotosíntesis en relación con el Principio de Conservación de la Energía; es de aclarar, que su participación no compromete en nada la parte académica y personal de su hijo, sino que por lo contrario se hará un reconocimiento en una de sus asignaturas, además, el compromiso ético de las investigadoras con los resultados de la investigación se traducirá en la preservación de la identidad de cada uno de los participantes. Paralelo a esto se hará la devolución oportuna de toda la información suministrada con el propósito de avalar su pertinencia.

Agradecemos su atención.

Atentamente,

Ellen Guzman A.
Ellen Margarita Guzmán
CC: 1104412575

M^a Alejandra Díaz
María Alejandra Díaz
CC: 1128278815

Yularsi Rodiño H.
Yularsi Rodiño Hernández
CC: 1067400897

Lorena Andrea Muñoz G.
Estudiante: Lorena Muñoz
TI: 96121713095

Claudia María Muñoz
Padre de Familia: Claudia Muñoz
CC: 43.742.753

Medellin, 5 de febrero de 2013

SEÑOR(A)

Jesús María González

Asunto: Notificación de participación de estudiantes en Investigación

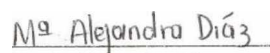
Cordial saludo Señores Padres de Familia

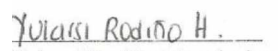
Los maestros en formación de la Universidad de Antioquia Ellen Margarita Guzmán, María Alejandra Díaz y Yuiarsi Rodiño están invitando a su hijo(a): ANGELY GONZÁLEZ QUINTERO a participar del proceso investigativo que se adelanta como proyecto de grado y que trata de indagar los modelos explicativos de los estudiantes frente al tema de Fotosíntesis en relación con el Principio de Conservación de la Energía; es de aclarar, que su participación no compromete en nada la parte académica y personal de su hijo, sino que por lo contrario se hará un reconocimiento en una de sus asignaturas, además, el compromiso ético de las investigadoras con los resultados de la investigación se traducirá en la preservación de la identidad de cada uno de los participantes. Paralelo a esto se hará la devolución oportuna de toda la información suministrada con el propósito de avalar su pertinencia.

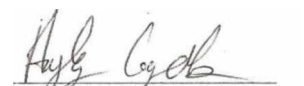
Agradecemos su atención.

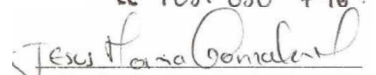
Atentamente,


Ellen Margarita Guzmán
CC: 1104412575


María Alejandra Díaz
CC: 1128278815


Yuiarsi Rodiño Hernández
CC: 1067400897


Estudiante: Angely González
CC: 1037630796


Padre de Familia: Jesús González
CC: 9853276

ANEXOS 2.

PRIMER INSTRUMENTO: grupo focal.

Preguntas orientadoras.

- ¿Qué función creen que cumplen las plantas?
- Entonces y para el hombre? ¿piensas que son importantes?, ¿por qué y cómo lo podrías ejemplificar?
- ¿Creen que la planta realiza algún proceso para capturar ese dióxido de carbono?, ¿para liberar oxígeno?
- ¿Que han escuchado de la fotosíntesis?
- ¿Qué factores crees que influyen para que se de ese proceso ósea que paraqué se dé el proceso de fotosíntesis?
- ¿Qué entiendes por fotosíntesis?
- ¿Aparte de las plantas ustedes creen que hay otros organismos que puedan realizar esta fotosíntesis?

Transcripción del grupo focal:

Entrevistadora: bueno muchachos, la idea es que vamos a leer una noticia, a partir de esta noticia ustedes con lo que han aprendido, con lo que saben vamos haaa... a hablar de unas preguntas que habíamos formulado y si en el transcurso de la entrevista surgen más preguntas sea de ustedes o sea por parte de nosotros que no tengamos huuu ... pues que no tengamos propuestas acá también las haríamos, bueno entonces la idea es hablar de la deforestación del amazonas y del efecto invernadero, la noticia dice así: Cerca del 60 por ciento de la Selva Amazónica, el mayor pulmón verde del planeta, sabían esto!! Juju. Podría desaparecer antes de 2030, como resultado de los gases de efecto invernadero y la deforestación masiva. Los árboles crean oxígeno, elemento que sabemos bien, necesitamos para respirar. Esa sola circunstancia parecería motivación suficiente para dejarlos intactos. En calidad de pulmones del planeta, los bosques trabajan las 24 horas para extraer el dióxido de carbono del aire proceso denominado captura de carbono y brindarnos oxígeno a cambio.

En nuestros días, muchos científicos preocupados por el cambio climático investigan toda clase de ardidés intrincados, caros y artificiales para capturar el carbono de la atmósfera con la esperanza de moderar el cambio climático. A mí me parece un despropósito. Dice el autor ya tenemos un sistema natural que, además de capturar el carbono de la atmósfera, nos brinda el tipo exacto de aire que necesitamos para respirar: el sistema de nuestros árboles. ¡Y sus servicios son gratuitos! No puede pedirse mucho más. Y aún hay más: los bosques cumplen otros servicios vitales. Recolectan y filtran nuestra agua dulce, con lo cual mantienen el ciclo hidrológico general del planeta y moderan inundaciones o sequías. Conservan la salud del suelo porque sostienen en el lugar, en el lugar la fértil capa superficial, rica en nutrientes. ¿Cómo se nos ocurre destruir a tan indudables aliados?" Investigar la investigadora es Annie Leonard.

Esta, esta noticia la podemos encontrar en internet si quieren cuando terminemos les doy el ling entonces ya más o menos saben cómo de que se está hablando. ¿Cuál es la problemática de hoy en día. listo, entonces ustedes podrían explicarme ¿qué función creen que cumplen las plantas? Según el texto, según lo que han escuchado acá en el colegio, o en sus casas.

C2: Brindar oxígeno!

C4: Y como lo decía, hay adsorben el dióxido de carbono que es pues, nocivo para la salud.

Entrevistadora: ¿Y qué más?

C4: He!..Filtran el agua, el aire.

C2: Ósea, mantienen estable el planeta, tanto como a nosotros que nos ayudan con un proceso que es vital, cuando respíranos.

C4: Y nos hacen respirar un aire más puro.

Entrevistadora: entonces por ejemplo, si pasa lo que está pasando hoy en día que en el amazona, se está por hacer monocultivo. ¿Ustedes saben lo que es un monocultivo? siembras de un solo.

C3: Producto!

Alejandra: Un solo tipo de árbol, supongamos entonces esto, lo que está haciendo es destruyendo parte de toda esa riqueza de árboles que tenemos en el amazonas.

C3: Claro.

Entrevistadora: para sembrando supongamos soya, por ejemplo, los chinos tienen parte del amazonas sembrando soja, ustedes que pueden pensar qué, ¿qué ocurriría en el mundo si empiezan a hacerse monocultivos? o si empiezan a. como a...

C1: Cambiar el curso de lo que ya está de lo que hacen los árboles. Mantener el ecosistema.

Entrevistadora: si, como supongamos que aquí borren todos esos árboles, corten todos esos árboles y.

C3: Con toda la variedad de árboles. Fuera solo un tipo de arboles

Entrevistadora: Ustedes ¿qué creen que eso podría causar en el planeta? y en nosotros? Porque de alguna u otra manera todos estamos ligados.

C1: Si no hay árboles, que. como adsorban pues los gases que nos hacen daño, que sería el dióxido de carbono, el aire estaría muy contaminado eso nos podría dar enfermedades en los pulmones, la piel en general.

C1: La piel, el cuerpo he. quemas, no eso sería también, si hay mismo se mencionaba que los arboles mismos eran los que ayudaban a regular todo, eso del agua dulce a mantener todo estable, ha como que entre ellos mismos, como que toda la naturaleza desde que se deje quieta ella misma se cuida entonces al uno plantear el ciclo de la naturaleza o meterse uno mismo en la naturaleza alteraría todo, porque yo no creo que los árboles que uno plante o uno programe vallan a hacer lo que hacían lo que ya estaban allí.

C3: También la vida de los pájaros se vería alterada, porque ellos también necesitan variedad de plantas para alimentarse.

Entrevistadora: Bueno, y no solamente los pájaros, sabemos que todos los animales supongamos ardillas, cierto! Que igual dependen de uno.

Entrevistadora: ¿Tu qué piensas?, yo no te he escuchado.

C4: a mí me surge una duda, es de que sabemos que los arboles productores por ejemplo, que producen frutas o vegetales no sé hasta qué punto, he puedan ayudarnos o no, a filtrar lo mismos, los mismos gases que los otros árboles que no producen. Por ejemplo, si ponemos este árbol que estaba allá, al lado de un manzano, cuál de los dos filtra más cantidad de oxígeno a través de él.

Entrevistadora: dices ¿que abría la posibilidad de que uno filtrara más oxigeno que el otro?

C4: Pues yo creo que sí, porque si por ejemplo, eso no fuese una variable o un cambio para mi seria hasta bueno, que hubiesen arboles más productores, que árboles que no están produciendo, dado el caso de que ambos filtren igual, pero si hay uno que filtra más que el otro ya hay se vería afectada la sociedad, no solo por el consumo de alimento, sino por el oxígeno que tengan en el ambiente.

Entrevistadora: habría que estudiar esa posibilidad.

C4: habría que mirar esa posibilidad

Entrevistadora: Yo la verdad no sé, si un árbol que produzca frutas, yo consideraría que no, pues que todos lo filtrarían, pues esta también la posibilidad de cómo este el árbol pues si está sano, pues si se está secando, cierto, hay muchas variables que afectan hay, bueno.

Entrevistadora: entonces y ¿para el hombre? ¿Piensas que son importantes? ¿Por qué y cómo lo podrías ejemplificar?

Entrevistadora: Ósea, para nosotros, usted ¿creen que los árboles son importantes? ¿Para nosotros?

C2: claro

Entrevistadora: y ¿cómo lo pueden ejemplificar?

C1: con todo lo que, de pronto es importante por lo que nos brinda, parecemos interesados pero es así, es importante por lo que nos brinda, eh de pronto nos vemos desconsiderados porque creemos que nunca nos va a afectar, porque estamos metidos en la rutina y no vemos lo que pasa realmente en el lugar que estamos con la naturaleza pero sí, es importante porque de ahí obtenemos prácticamente todo, a parte del agua pues que es un recurso que está a nivel mundial y que es fundamental, pues de ahí esta todos los alimentos que consumimos de los árboles están los cuadernos, están un sin número de cosas hay lo importante es que no lo sabemos tratar.

Entrevistadora: Y para su proceso vital, tú ¿crees que los arboles pueden aportar a su proceso vital?

C1: Por ejemplo, yo viví en el campo mucho tiempo, en un lugar supremamente aislado subsistiendo exactamente de eso, porque no, tampoco había animales ni vacas, ni gallinas ni nada, exclusivamente de frutas.

Entrevistadora: ¿Crees que solamente los frutos pueden ser aspectos para poder sobrevivir? como me dices que simplemente con plantas.

C1: No, digamos que de un todo, digamos que en casos, pues el tiempo que yo viví ahí, pero al igual el cuerpo necesita otras minerales, atrás sustancias, vitaminas, que la donan los animales y otras cosas que uno consume, pero, digamos que en casos no creo que por lo que estamos acostumbrados ahora, por la tecnología y por lo que estamos acostumbrados a comer, yo lo diría que no sería depender de ello simplemente.

Entrevistadora: vamos contigo, a ver tu ¿qué piensas acerca de esa pregunta?, necesitamos que todos hablen.

C3: no, si pero la mayoría de los alimentos y las verduras, las vitaminas se encuentran en las frutas, que obvio están en los árboles, porque hay algunas cosas que no se encuentran en la naturaleza, pero que no son tan importantes para el cuerpo, entonces me parece muy importante y si aféctala vida del ser humano es un valor positivo si hay más árboles.

Entrevistadora: y porque crees que es un valor positivo.. Solamente ¿por la alimentación?

C3: no solo, pues también filtran el aire como decíamos ahorita.

Entrevistadora: pero que no suene así aah... tú tienes que contestar. no, lo que piensen.

C2: yo pienso, que si es importante tener muchos árboles a parte de las frutas que nos dan los árboles, porque los árboles son muy importantes para que, nos dan sombra, y aparte de que nos producen mucho oxígeno, un árbol pueden vivir creo yo más de cien años, un árbol que dure cien años tiene una posibilidad muy grande de purificar una zona con oxígeno y aire más puro significa para mí una vida más.

Entrevistadora: Bueno y ¿tu amiguito?

C4: Yo si estoy de acuerdo en el sentido de que el árbol es algo vital para el ser humano, obviamente por todas las razones que hemos dado, de que filtran agua, dan sombra, dan alimento, yo creo que es algo muy importante que se debe rescatar, ósea, elementos importantes seria la naturaleza en general hablando de plantas que nos ayudan a subsistir, también de que, pienso yo puede ser más importante salvar un árbol que la propia agua, porque si tenemos agua pero no tenemos un elemento natural pa, filtrarla y limpiarla no tendríamos algo que no sería beneficioso para la salud del ser humano, entonces yo le doy cierto importancia tanto al agua como a los árboles en general que son de los recursos más importantes que puede tener el ser humano más que la tecnología.

C2: pero a usted de que le sirve un árbol para filtrar el agua si no tiene agua.

C4: por eso yo estoy diciendo, que la idea es cuidar más, tanto un árbol como el agua, porque hay mucha gente a veces se pone a pensar que hay que cuidar más el agua que la naturaleza y sigue ese consumismo de tener que deforestar los árboles para tener los materiales que el hombre necesita.

C1: pero otra cosa también que hay dejar de lado de pronto las inferencias, también, estamos mirando que son fundamentales, porque por "a" o por "b" lo estamos necesitando y ante las estamos sacando, porque sirve ósea que si no

sirve los vamos a votar, en vez de mirarlo también por el lado del respeto, porque tenemos que tener respeto porque.

C2: ¿Pero es qué?

C1: cuando llegamos acá todo eso estaban allí se supone de que si nos lo dieron es como para que nos iba a servir, por el respeto de que estaba allí establecido de que nos ayuda a vivir, a llevar, a procrear, a crear, a desarrollar ciertas cosas, algo de la tecnología todo lo que nos ha ayudado, por respeto deberíamos que, mantenerlos, conservarlos, porque son parte de esto, no acabar ello porque son entonces estamos generando más, generando más, descubriendo más cosas con las cuales los arboles nos ayudan, pues y la naturaleza.

Entrevistadora: bueno, entonces ustedes ¿creen que la planta realiza algún proceso para capturar ese dióxido de carbono?, ¿para liberar oxígeno?

C2 y C1: jajaja

C1: hay si me dejo. jaja

Entrevistadora: no, ¿no han escuchado ningún proceso?

C2: la fotosíntesis

Entrevistadora: y ustedes ¿que han escuchado de la fotosíntesis?

C1: yo he visto dibujitos, mis hermanitos hablan mucho, que toman. no tengo la idea clara.

C2: ellos absorben el agua y las sales por el suelo

C1: Y lo trabajan por dentro de los tallos y en las hojitas, toman y saca, toman y sacan, toman, trabajan y sacan lo bueno. Algo así.

C2: Ese es el propio alimento de las plantas, por eso se dice que las plantas fabrican su propio alimento.

C4: Pero hasta cierto punto no sería un tipo de desecho vegetal, porque consumen.

C2: la fotosíntesis!

C4: pues, el producto de la fotosíntesis

C2: pues es un desecho pero.

C4: es un desecho beneficiosa para la humanidad, pero es un desecho que produce la naturaleza ósea los hombres producen el desecho al respira el de dióxido de carbono y la planta lo adsorben como un alimento de ellos y el desecho de ellos es el beneficioso para nosotros es como un círculo vicioso.

Entrevistadora: ¿lo podríamos decir un círculo vicioso? si ambos nos estamos beneficiando.

C3: Ósea no sé si es un círculo vicioso, lo que me refiero que es algo, es un trabajo en común.

C2: es como un ciclo.

C4: si, un ciclo.

C1: obligatoriamente necesario.

C4: si, porque si uno no expulsara dióxido de carbono, la planta entonces no adsorbería eso entonces, no tendríamos oxígeno que nos puede ayudar.

Entrevistadora: y ustedes ¿cómo entienden eso de que las plantas pueden elaborar su propio alimento?

C1: hay. válgame dios.

C2: que debido a lo que adsorben ellas mismas son capaces de transformarlo en un producto que necesitan

Entrevistadora: y tú qué piensas.

C3: jaja. a no, todos los residuos que se dan debajo de la tierra ellos son, pues las plantas, son capaces de auto crear su propio alimento, adsorbiéndola por la raíz, llevándolas hasta el tallo y luego hasta el final hasta las hojas cuando las hojas están bien.. Como le digo yo, bien refrescadas o bien nutridas pueden adsorber mejor el dióxido de carbono. Diría yo, no sé.

Entrevistadora: si han escuchado de algún pigmento que pueda usarse en esa. en esa transformación? Supongamos de, les cuento algo la fotosíntesis lo que hace, es supongamos captar la luz sola, cierto yo creo que la han escuchado, y transformar esa luz solar, esa energía lumínica, en energía química para elaborar sus compuestos.

C2: la energía química es ATP adenosintrifosfato.

Entrevistadora: bueno, entonces vamos a ver con, que factores crees que influyen para que se de ese proceso ósea que paraqué se dé el proceso de fotosíntesis ustedes que creen..

C2: la luz

C1: el buen terreno, que no los talememos.

C4: el agua, la humedad.

Entrevistadora: pero para que. Ustedes están hablando para que se desarrolle una planta, pero para que se dé el proceso de fotosíntesis ustedes que creerían

que se necesita? ¿Qué factores influyen para que se pueda dar ese proceso? supongamos ¿la fotosíntesis se puede dar de noche? ¿Si no hay luz solar? ustedes dicen, o bueno nosotros decimos que se necesita de la luz solar que no es necesaria tampoco, pero ustedes creen que.

C1: Que tenga un momento específico en que se realice.

Entrevistadora: supongamos de noche. de noche ¿que no hay luz solar? va ha haber fotosíntesis.

C2: pero de noche no estoy segura, pero cuando llueve sí, porque él sol no se oculta, sino que lo tapan las nubes entonces..

C1: tal vez, ellas recojas todos esos procesos como nosotros...

C2: Almacenan

C1: comen, mantenemos hay y van haciendo al ratico digestión, tal vez ellos hagan así, no es que los arboles hagan así tomen de a poquito o tengan tiempos, o bueno es un ejemplo muy raro tomen lunes, martes, miércoles todo lo que necesitan y el jueves realicen la fotosíntesis y vuelven y toman los otros días, o puede tal vez puede ser así, que lo hagan diario tal vez en el día y en la noche.

Entrevistadora: pero usted, ¿qué cree? Es que esa tal vez eso suena todo abierto.

C1: ¿Qué? como no sé porque yo no soy una planta, yo supongo que diario está sucediendo eso, porque diario, diario está haciendo eso y no tienen estos tiempos así.

Entrevistadora: supongamos que el jueves no, no el jueves no. yo voy a decidir si el jueves realizo fotosíntesis y el martes no.

C1: constantemente están haciendo cuando la naturaleza, o cuando tienen todas esas partes fundamentales para hacer. la luz y todo eso, yo veo cuando llueve demasiado, en invierno hay muchas inundaciones, por el exceso de agua yo digo que si ellas antes adsorben esto y de ahí sacan el oxígeno como no hay luz no tienen la capacidad de hacer fotosíntesis, o de hacerla tan a menudo en los tiempos, tiempos fríos, yo digo que constantemente están haciendo eso y los tiempos en que no tienen, en el invierno, que no tienen la luz solar para realizar la fotosíntesis o para hacerla bien no se esfuerzan. entonces digo yo que sucede así y que por eso hay tantas inundaciones porque están tomando agua con luz.

Entrevistadora: bueno vamos a poner puntos claros, uno de los factores que ustedes piensan necesario para que haya fotosíntesis, es la luz.

C2: Si.

Entrevistadora: Sin eso ustedes no creen ¿que haya fotosíntesis? es lo que ustedes piensan.

Entrevistadora: ¿Es que hablemos?

C1: si, porque cada vez que uno habla de eso, y que le explican, y que de gráficos es luz del sol, agua y nada más y de ahí que adsorbe, con eso es que se trabaja esto el lo que hasta ahora hay conocimiento de que se trabaja..entonces si no hay luz, paila no hay fotosíntesis.

Entrevistadora: y tú qué piensas.

C4: no sé porque se me vino a la mente, el hecho de la energía que tiene la tierra, recuerdo una recomendación así de mama, que dice que cuando le caiga un rallo o este sobrecargado de energía, entiérrese en la tierra para que la tierra adsorba la energía, ya luego pienso yo, la energía que tiene la tierra, la planta necesita energía en este caso del sol para realizar fotosíntesis, la energía de la tierra

puede ayudarle en beneficio a la planta para que realice el mismo proceso, o no tiene nada que ver en eso. por ejemplo en los días de oscuridad cuando no tiene la luz solar utilizaría la energía de la tierra.

Entrevistadora: pero ustedes ¿creen que en esa luz solar no viene energía?

C2: pues sí, vienen vitaminas ahora no va venir energía.

Entrevistadora: bueno vamos a ir cuadrando, factores: la luz

C1: La tierra

C4: El agua

C2: Las condiciones climáticas, porque en una nevada o en un desierto pues yo creo, en un desierto sí, pero en una nevada no creo.

C4: Pero en el desierto en las partes donde haya sombra

C1: Pero no, habrán plantas que sobrevivan en el nival? hay pueden vivir las diferentes tipos de especies.

C2: Pero en un desierto puede ser un cactus, o algo así.

C1: En el nival habrá plantas, que tal vez no necesiten el agua, sino el frio o que tengan otra forma de hacer la fotosíntesis, que no sean los elementos que creemos que son los básicos para las plantas, estamos fijando que el cactus en el desierto.

C2: Pero el cactus es una planta, tiene raíces.

C4: Hasta donde sé, si es una planta que almacena de mejor manera las condiciones de una planta, y las plantas que están en las nevadas no tienen hojas.

Entrevistadora: ustedes creerían, que se me viene con lo que han dicho que hay unas plantas que realizan fotosíntesis y que otras no.

C1: O, que todas lo hacen pero con distintos elementos, yo creo eso.

C4: pero de ser así, en las plantas de las nevadas y en los polos habría planta.

C2: Pero, podemos decir que en la nevada no hay plantas porque no hay tierra y como asumirá adsorber minerales del hielo, no.

C4: entonces los bosques por ejemplo de Siberia, Canadá o Islandia que son m.

Entrevistadora: Esos bosques se llaman tundras, que están cerca a los polos.

C4: muchos de esos no tienen hojas; ósea, que hay árboles sí, que hay ramas sí, ¿entonces cómo sobreviven?

C1: Por eso, porque tiene ciertas características.

C2: Pues no va a ser lo mismo que en el Amazonas!

C4: No, porque la temperatura es diferente.

C2: todas las plantas hacen fotosíntesis.

C4: Todas!

C1: Pero como con diferentes objetos

C4: Pero yo no, me confundí.

Entrevistadora: Bueno y entonces supongamos, vamos a poner el ejemplo de un bosque de tundra, supongamos en Canadá que es uno de los países donde hay estaciones; en otoño los árboles ¿se quedan sin hojas.?

C4. Todos secos

Entrevistadora: Entonces, ¿creen que las hojas son fundamentales para que haya fotosíntesis?

C4: Yo creo que sí, para que haya fotosíntesis de pronto sí, pero para que el árbol sobreviva, no creo que sean tan necesarias porque si no los árboles no volverían a florecer.

C2: En este caso yo pensaría que las plantas si almacenan la energía, porque cómo pasarían el invierno, sin las hojas, si se supone que son las que absorben la luz.

C4: Pueden almacenar energía en invierno, porque así el árbol se caería.

C1: hay varía energía o sería como calor, porque miren que es en invierno cuando.

C1: Si, porque es energía lumínica, lo que da la luz del sol es energía.

C1: mmm. por qué se caen las hojas de los arboles entonces?

(Risas)

C2: por qué se amansa el viento, Ha yo no sé! Jaja

Entrevistadora: Bueno, definamos pues. ¿Las hojas son fundamentales para que haya fotosíntesis?

C2: Entonces según lo que dijimos no

Entrevistadora: No, en conciencia no, lo que ustedes sientan.

C1: Si fueran fundamentales entonces en los tiempos de otoño nosotros, digamos, se hubiese identificado que había problemas de estímulo porque como son fundamentales para la fotosíntesis no la haría cuando no las tiene, entonces que sucedería. cuando están estables, cuando está en otoño, cuando está en invierno, cuando.

C4: en verano, en primavera. que no sean incluyentes para la fotosíntesis.

C1: que ayudan mucho sí, pero esa temporada digamos en la que están en primavera, que se riega oxígeno mejor dicho a la lata, pero que es fundamental, la realizara de otra forma, en el viento o con el escaparía cuando no este.

C4: o puede que inclusive este pendiente, húmedo y frío ayude a producir más oxígeno cuando ya las hojas no producen.

Entrevistadora: O podríamos también decir, supongamos que un tallo puede hacer también el rol de síntesis, ¿no?

C4: podría ser, porque si no están las hojas en invierno, tiene que haber otra parte del árbol que haga el proceso, si el árbol permanece en pie es porque hay un proceso de fotosíntesis solo en el tallo que debe tomar un tiempo determinado para que haya un clima distinto para que existan las hojas del tallo.

Entrevistadora: Entonces qué habrá en esas hojas, en ese tallo para que.

Entrevistadora: alguna cosa, una entidad por decir así

Entrevistadora: No pero, si la llamamos entidad podría sonar como complicado porque no es una entidad, es algo que está ahí. Una entidad seria.

Entrevistadora: que por ejemplo, que la hoja absorbía la luz lumínica, o sea, qué es lo que hay ahí en esa hoja, que de pronto ayuda a que la plantita pueda absorber esa luz lumínica.

Entrevistadora: Pero que hablaba el título como. No, yo recuerdo una palabra por allá como en séptimo.

Entrevistadora: Hay que tener claro muchachos que no solamente es en las hojas, también está en el tallo; por eso también podría ser fotosíntesis, en una planta sin hojas, qué es lo que permite de pronto que ella pueda absorber la luz lumínica.

C2: No, ya que tú hablas de las hojas y que el tallo, lo absorben directamente del sol que le llega a la tierra y también por las raicitas

C2: Pero y qué es la clorofila

Entrevistadora: Clorofila. tú qué crees que es la clorofila

C2: Pues yo sé que, es una sustancia que está en las hojas pero si ya no hay hojas. ¿qué hay?

Entrevistadora: Considera ¿que solamente está en las hojas?

C2: Pues, supongo que no

C1: puede ser. De pronto la planta tiene varias formas de absorber: una por las hojas y otra por los tallos o algo así por las raíces. Lo que no absorben cuando no están las hojas lo absorben por los tallos, cuando están las hojas por las hojas; lo que eso sería.. .pues... sería una forma

Entrevistadora: Bueno entonces, vamos con la luz solar que es uno de los factores, con la tierra. a qué se refieren con la tierra. Al suelo en sí, con los nutrientes.

C2: Si pero por ejemplo, si fuera en un polo no podría absorber nada del hielo, ahí es donde nos referimos al ambiente.

C4: No tendría nutrientes suficientes.

C2: es donde nos referimos a la tierra.

Entrevistadora: Listo. Llevamos una, dos. las hojas entonces son ¿fundamentales o no?

C2: no

Entrevistadora: Ya habían dicho el agua, ¿cierto?

C2: El agua (la humedad). y las condiciones climáticas.

Entrevistadora: Bueno, ¿alguna pregunta muchachos? A mi ya se me acabaron las preguntas.

Entrevistadora: Chicos, ¿aparte de las plantas ustedes creen que hay otros organismos que puedan realizar esta fotosíntesis?

C2: No

C1: No

Entrevistadora: Por qué creen que no existen muchos organismos que no.

Entrevistadora: Por ejemplo, ¿nosotros podemos realizar fotosíntesis?

C2: Hay, yo no creo.

C4: Hay, por ejemplo, cuando un bebe esta recién nacido que dicen que tienen que sacarlos al sol para que reciban las vitaminas entonces, no sé si será

exactamente un proceso de fotosíntesis pero sé que hay un proceso en el que él bebe absorbe las vitaminas del sol para que. yo no sé. yo sé que la piel

C1: Para la piel.

C2. Yo iba a decir eso. A mí en mi casa me hacen subir los domingos a asolearme en la terraza para que coja vitamina E. pero no crea que. pues porque si usted sabe dónde es ya no va a dejar de llorar por comida, no va a dejar de tener hambre, que se supone que es el proceso de la fotosíntesis donde las plantas absorben alimento. Entonces yo digo que no, que las plantas son las únicas que lo hacen.

Entrevistadora: ¿sí? ni animales.

Entrevistadora: No, las plantas son las únicas, ni los organismos y bacterias, ni algas marinas.

C4: a los hongos

C1: Los hongos no hacen su propio alimento, lo absorben del medio ambiente.

C1: Entonces estamos claros de que solamente generando su propio alimento están realizando fotosíntesis, que además de que hacen su propio alimento les provoca cosas buenas. Imagínense nosotros haciendo fotosíntesis, yo no creo que uno todo lo que absorbe le vaya a dejar algo bueno, sobre todo nosotros, sí; con el mero hecho de respirar ya estamos dejando algo toxico.

C1: Bien, solamente las plantas.

Entrevistadora: ¿Estamos todos de acuerdo? ¿Solamente las plantas?

Todos: Si!

Entrevistadora: Bueno muchachos yo creo que. ¿alguien tiene alguna pregunta, no se. alguien? ¿Estamos bien? Bueno, yo creo que ha sido un placer conversar con ustedes, hablamos bueno, ¿cierto?

Todos: si, jaja

Entrevistadora: ojala se pueda seguir dando estos espacios, esperemos que si. vamos a.

C2: Hay que investigar mas

C1: si

Entrevistadora: No, pero. es nada más decir lo que uno.

C1: Pero es que se presta la curiosidad

C2: A no, claro!

C1: Porque estamos aquí en base de suposiciones entonces.

Entrevistadora: es que claro, pues igual uno. yo se que ahorita van a llegar y.

C4: y ave maría. solo plantas

(Risas)

Entrevistadora: Solo plantas? Vamos a ver si sí es verdad, ¿cierto?. pero no, bueno entonces me gustó mucho hablar con ustedes y esperemos que la próxima semana veamos otras cosas, veamos que. que se pueden dar otras cosas también, vamos heee. si se puede y que permitan vamos a hacer unos laboratorios con ustedes para que entendamos lo que es el proceso de fotosíntesis todos. entonces espero estén dispuestos, espero estén contentos.

Varios dicen: Claro

C1: Sin pues forzarlo

(Risas)

C1: Es voluntario.

C2: El viene por su propia voluntad.

Entrevistadora. ¿Cómo se sintieron? hablemos de eso porque igual uno no puede venir a una parte a donde se sienta obligado o donde se sienta con una responsabilidad mas.

C1: ajajaja

Entrevistadora: ¿Te obligaron?

C4: No, no! Sino que se me fue la clase como más la clase o impotente o algo así

C1: epa!

Entrevistadora: que

C4: No pero, a mí me gustó mucho porque no es muy común, por ejemplo acá en este colegio uno sentarse con algunas personas y hablar de ciertos temas que de cierto modo son de interés público porque, quien iba a decir pues, algo tan simple como la fotosíntesis nos iba a llevar una conversación de una hora más o menos por así decirlo. Además creo que en esta sociedad actual mucha gente no tiene ya esas conversaciones tan interesantes como se tenía antes, antes era muy común hablar de cosas interesantes por ejemplo economía, biología, calculo, cosas parecidas; ya no es interesante, solamente uno habla de eso en las seis horas que

uno está estudiando pero ya después de las otras 18 horas que uno está por fuera de la casa descontando en las que uno duerme.

(Risas)

C4: Uno no toca esos temas por ningún motivo

Entrevistadora: la idea es aprender, no pues uno alimentarse de la respuesta de ella, cuestionarme."hay entonces si". estar de acuerdo con ella o no estar de acuerdo.

C4: Claro, y yo por experiencia propia cuando toco un tema parecido a eso mucha gente o me calla porque les da pereza hablar del tema o no me presta atención, entonces uno a veces piensa, como que habla solo pero es bueno estar aquí porque uno dice, bueno hay alguien que me escucha y tiene un interés por hablar de eso

C1: Cuando quiera.

(Risas)

C1: sobre todo. es que es real, ósea, somos hablando algo que nos incumbe porque es el planeta de nosotros

C3: Claro!

C1. Uno no le para bolas porque se pone a pensar en otras cosas que hasta nos las da el planeta entonces tenés toda la razón, toda todita.

Entrevistadora: Entonces si ¿se sintieron bien? Continúan con nosotros ahí

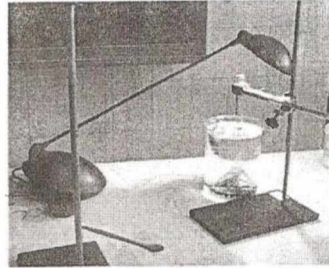
Todos: si.

ANEXO 3.

SEGUNDO INSTRUMENTO. Actividad experimental.

Caso 1.

Con el montaje que encontrarás sobre la mesa deseamos que respondas lo que está sucediendo a partir de tus conocimientos, explica y responde las preguntas que se te harán a continuación.



- ⚡ Observa, compara y explica las diferencias que logras percibir en los dos beakers con la elodea que encentrarás sobre la mesa ¿cómo podrías explicar estas diferencias?

La elodea que se encuentra en el beaker expuesto a la luz, está
liza y con mejor aspecto que la que está solo en agua, se
que esto se debe a los factores externos a los que están
expuestas (agua, luz, aire, calor).

- ⚡ ¿Qué factores consideras necesarios para que se de lo que estás observando? ¿por qué?

El calor, el agua, la luz, el espacio,

- ⚡ ¿Por qué crees que se forman burbujas? ¿Consideras que la luz cumple alguna función para que esto se dé? ¿cuál podría ser esa función?

Creo que es por la producción de oxígeno por parte de la elodea
y la luz y el calor en esta mantienen la buena apariencia con
fundamentales para la purificación del CO₂ y producción de
oxígeno

- ⚡ ¿crees que en este proceso podría estar presente la energía? ¿De qué forma?

Si, manteniendo vivo, a la planta, saludable, dando
calor a sus células, logrando así, textura, calor y

- ⚡ ¿consideras que en este fenómeno podría haber transformación de energía? ¿cómo podrías explicarlo?

Si, las células absorben la energía y calor del medio
utilizándolos a su manera para la producción de
oxígeno.

Caso 2

Con el montaje que encontrarás sobre la mesa deseamos que respondas lo que está sucediendo a partir de tus conocimientos, explica y responde las preguntas que se te harán a continuación.



- ✦ Observa, compara y explica las diferencias que logras percibir en los dos beakers con la elodea que encentrarás sobre la mesa ¿cómo podrías explicar estas diferencias?

En el beaker con bicarbonato hay muchas burbujas mientras que en el otro beaker no hay nada de burbujas. Esta diferencia debe ser producto de la solución y de la luz a la que es expuesta.

- ✦ ¿Qué factores consideras necesarios para que se de lo que estás observando? ¿por qué?

La luz concentrada y bicarbonato porque crea que reaccionan más rápido. Se puede ver que el agua recibe luz pero no concentrada por lo que crea que no han aparecido burbujas.

- ✦ ¿Por qué crees que se forman burbujas? ¿Consideras que la luz cumple alguna función para que esto se dé? ¿cuál podría ser esa función?

La luz brinda energía lumínica directa entonces la planta y la solución empiezan a empujar la energía para la fotosíntesis, principalmente en las hojas donde se ve mayor cantidad de burbujas adheridas.

- ✦ ¿crees que en este proceso podría estar presente la energía? ¿De qué forma?

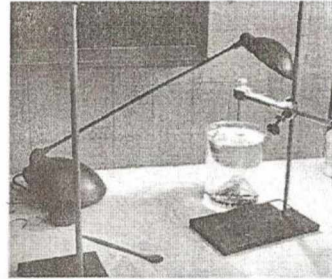
Sí, en forma de energía lumínica y en forma de ATP (adenosín trifosfato) que es la energía producto de la fotosíntesis.

- ✦ ¿consideras que en este fenómeno podría haber transformación de energía? ¿cómo podrías explicarlo?

Sí, la energía lumínica procesada con el agua y los minerales absorbidos por las plantas se transforma en ATP (adenosín trifosfato) que crea que es una forma de energía.

Caso 3.

Con el montaje que encontrarás sobre la mesa deseamos que respondas lo que está sucediendo a partir de tus conocimientos, explica y responde las preguntas que se te harán a continuación.



- Observa, compara y explica las diferencias que logras percibir en los dos beakers con la elodea que encentrarás sobre la mesa ¿cómo podrías explicar estas diferencias?

En el recipiente donde se encuentra la planta sumergida en bicarbonato, logro observar una textura más lisa a comparación de la otra planta sumergida en agua que se ve con una textura más rugosa, además en la planta con bicarbonato observo que se hacen unas diminutas burbujas alrededor de esta.

- ¿Qué factores consideras necesarios para que se de lo que estás observando? ¿por qué?

Los factores que considero necesarios son: El lugar, la solución en la cual se sumerge la planta, la lámpara que proporciona calor al beaker.

- ¿Por qué crees que se forman burbujas? ¿Consideras que la luz cumple alguna función para que esto se dé? ¿cuál podría ser esa función?

Considero que el intercambio entre la luz y la solución en este caso (bicarbonato) produce una reacción dentro del recipiente, la cual se manifiesta con burbujas.

- ¿crees que en este proceso podría estar presente la energía? ¿De qué forma?

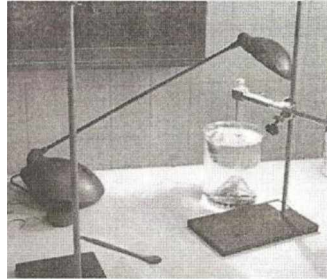
Creo que sí podría estar presente, ya que la lámpara transmite calor a la solución y esta actúa formando burbujas, esto quiere decir que sí hay presencia de energía.

- ¿consideras que en este fenómeno podría haber transformación de energía? ¿cómo podrías explicarlo?

Como sabemos las plantas también necesitan de luz, yo creo que sí habría una transformación de energía, ya que la planta absorbería la energía que le transmite la luz artificial.

Caso 4.

Con el montaje que encontrarás sobre la mesa deseamos que respondas lo que está sucediendo a partir de tus conocimientos, explica y responde las preguntas que se te harán a continuación.



- ✦ Observa, compara y explica las diferencias que logras percibir en los dos beakers con la elodea que encerrarás sobre la mesa ¿cómo podrías explicar estas diferencias?

Una de ellas, la que tiene luz directa, está en un proceso de transformación del CO_2 en O_2 , debido a que tiene burbujas de aire a su alrededor lo que me demuestra dicha transformación.

- ✦ ¿Qué factores consideras necesarios para que se de lo que estás observando? ¿por qué?

Principalmente una buena cantidad de energía luminosa para estimular este proceso y también minerales o partículas necesarias de la tierra o en este caso, el agua.

- ✦ ¿Por qué crees que se forman burbujas? ¿Consideras que la luz cumple alguna función para que esto se dé? ¿cuál podría ser esa función?

Por el oxígeno que emana la planta, la luz estimula el proceso de transformación de CO_2 a O_2 .

- ✦ ¿crees que en este proceso podría estar presente la energía? ¿De qué forma?

Si, la energía es la que estimula a que la planta pueda realizar la fotosíntesis.

- ✦ ¿consideras que en este fenómeno podría haber transformación de energía? ¿cómo podrías explicarlo?

Si, la planta en la fotosíntesis transforma el CO_2 con ayuda de la energía y sus minerales para así producir oxígeno (O_2).

ANEXO 4.

INSTRUMENTO TRES. Taller

Caso 1.

Lee el siguiente párrafo y explica con tus palabras

El principio de conservación de la energía, indica que "la energía no se crea ni se destruye; solo se transforma de unas formas en otras. En estas transformaciones, la energía total permanece constante; es decir, la energía total es la misma antes y después de cada transformación".

Explica una situación donde veas evidenciado el principio de conservación de la energía en fenómenos de la naturaleza

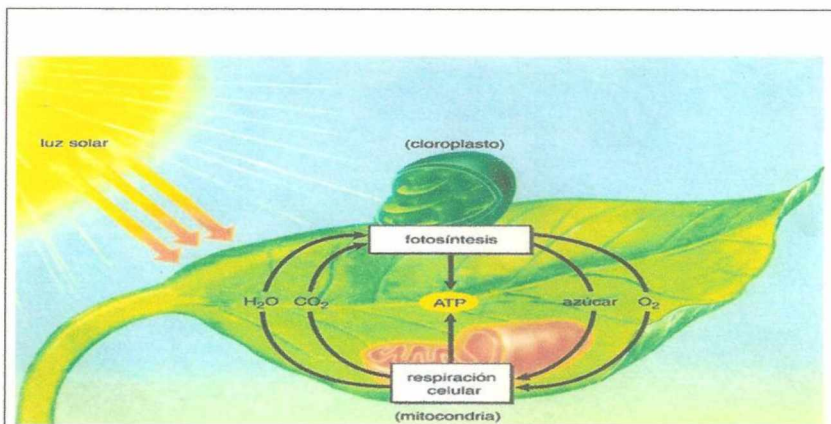
En este caso retomo el proceso fotosintético, evidencia claramente la obtención de energía, el uso de ella, y la conservación y almacenamiento de la misma en todas las partes de la planta, para su sostenimiento

De acuerdo con el párrafo ¿Crees que este principio puede reflejarse en los procesos fotosintéticos? ¿por qué?.

Si, porque como ya es conocido las plantas absorben la luz solar, que es energía inorgánica, para transformarla en su beneficio en energía orgánica vital para todos los procesos de desarrollo, evolución y crecimiento de la planta.

Observe la siguiente imagen...

Imagen 1



Qué puedes decir de esta imagen: En las hojas se realiza la fotosíntesis de las plantas, la realizan los cloroplastos, tomando la energía solar (energía inorgánica) H₂O y CO₂ formando algo llamado savia bruta que es el contenido de 6CO₂ + 6H₂O + Energía luminosa. Luego este contenido se transporta del tallo a las hojas, allí el ATP impulsa la separación de oxígeno para ser expulsado y se combina el agua y el carbono formando la savia orgánica necesaria para la vida de la planta.

Teniendo en cuenta esta misma figura (*imagen 1*), responde:

¿Qué sucede con la luz solar, el CO_2 , y el H_2O en la fotosíntesis? Justifica tu respuesta

La luz solar es absorbida por la hojas y clasificada por así decirlo por los cloroplastos quienes la envían a las moléculas ATP y NADPH que son las encargadas de tomar esa energía inorgánica y transformarla en orgánica, es esa misma energía la que impulsa el proceso de separación del $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ para expulsar el oxígeno, y distribuir la combinación de C y H_2O necesaria para la planta.

Si crees que en los procesos fotosintéticos hay evidencia de energía ¿Qué formas o tipos podrían estar relacionadas allí? ¿Qué sucede con ellas? ¿Por qué?

Si hay evidencia de energía solar de forma inorgánica (antes de la fotosíntesis) y orgánica después de la fotosíntesis. La energía solar es absorbida y transformada porque es necesaria para realizar el proceso fotosintético, ya que al igual que toda fuente de energía de cualquier ser vivo es el impulsor o motor importante en el desarrollo del proceso.

Menciona todos los factores físicos y químicos que crees, están relacionados con el proceso fotosintético.

- Agua
- suelo
- el ambiente
- el espacio (que sea luminoso)
- Los tipos de plantas
- las cantidades de CO_2 en el aire
- Sales minerales componentes del suelo
- las hojas, los componentes y partes de las plantas.

Caso 2.

Lee el siguiente párrafo y explica con tus palabras

El principio de conservación de la energía, indica que "la energía no se crea ni se destruye; solo se transforma de unas formas en otras. En estas transformaciones, la energía total permanece constante; es decir, la energía total es la misma antes y después de cada transformación".

Explica una situación donde veas evidenciado el principio de conservación de la energía en fenómenos de la naturaleza

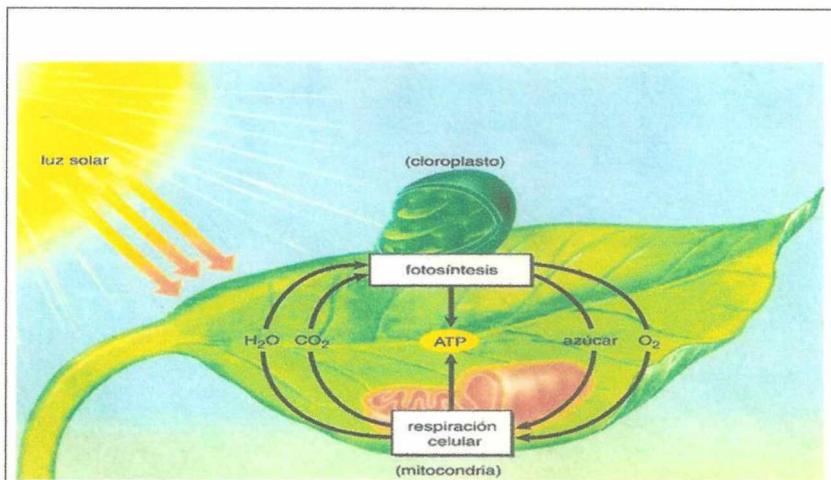
La fotosíntesis, donde la energía lumínica se transforma en ATP, la energía de las plantas.

De acuerdo con el párrafo ¿Crees que este principio puede reflejarse en los procesos fotosintéticos? ¿por qué?.

Si, porque la energía entra a la planta como energía lumínica y ~~se~~ es transformada en ATP (adenosín trifosfato)

Observe la siguiente imagen...

Imagen 1



Qué puedes decir de esta imagen:

Es la representación gráfica de la transformación de la energía en las plantas, que tiene lugar en las hojas. La combinación de agua, luz solar, oxígeno y carbono da como resultado ATP (energía de las plantas).

Teniendo en cuenta esta misma figura (*imagen 1*), responde:

¿Qué sucede con la luz solar, el CO_2 , y el H_2O en la fotosíntesis? Justifica tu respuesta

Hacen parte de un ciclo, porque se transforma en ATP y al mismo tiempo pasa a desempeñar funciones en la respiración celular.

Si crees que en los procesos fotosintéticos hay evidencia de energía ¿Qué formas o tipos podrían estar relacionadas allí? ¿Qué sucede con ellas? ¿Por qué?

La energía solar y la energía de las plantas.
La energía solar se combina con agua y dióxido de carbono para producir el ATP (energía de la planta).

Menciona todos los factores físicos y químicos que crees, están relacionados con el proceso fotosintético.

Condiciones climáticas
Luz solar
Calidad del suelo
Presencia de agua

Caso 3.

Lee el siguiente párrafo y explica con tus palabras

El principio de conservación de la energía, indica que "la energía no se crea ni se destruye; solo se transforma de unas formas en otras. En estas transformaciones, la energía total permanece constante; es decir, la energía total es la misma antes y después de cada transformación".

Explica una situación donde veas evidenciado el principio de conservación de la energía en fenómenos de la naturaleza

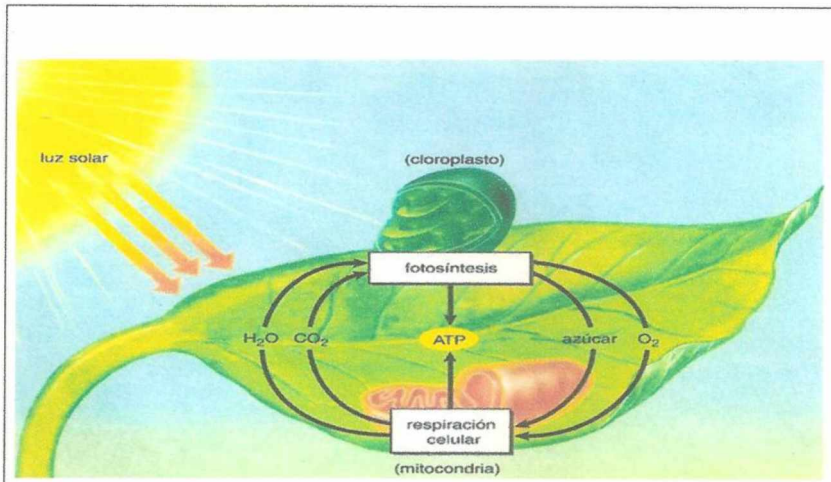
Una situación donde veo evidenciado el principio de conservación es: La transformación de energía solar, mediante unos paneles colorados en zonas calientes de la tierra, para transformarla en luz eléctrica y ser usado por la sociedad. Los paneles tienen unas partículas especiales que al recibir luz solar la transforman en luz eléctrica.

De acuerdo con el párrafo ¿Crees que este principio puede reflejarse en los procesos fotosintéticos? ¿por qué?

Sí creo que este principio se refleje en los procesos de fotosíntesis, porque el proceso de fotosíntesis incluye y necesita la luz solar, la cual es transformada en energía dentro de la planta y por esto es que creo que sí se da en la fotosíntesis.

Observe la siguiente imagen...

Imagen 1



Qué puedes decir de esta imagen:

Deduzco de esta imagen que:
- La planta necesita obligatoriamente de la luz solar para realizar su proceso fotosintético, éste proceso se alimenta de el oxígeno (O₂), luego obtiene su respiración celular por medio de las mitocondrias, llevando el dióxido de carbono por toda la planta (CO₂), y por ultimo alimentandose de los nutrientes del agua y el azucar producida.

Teniendo en cuenta esta misma figura (*imagen 1*), responde:

¿Qué sucede con la luz solar, el CO_2 , y el H_2O en la fotosíntesis? Justifica tu respuesta

Como explicaba anteriormente la planta transforma la luz solar en energía fotosintética, absorbiendo el dióxido de carbono que se encuentra en el aire (CO_2) y por último el agua (H_2O) es absorbida por la planta desde la raíz, luego pasa por el tallo hasta llegar a la última hoja de la planta realizando así el proceso fotosintético.

Si crees que en los procesos fotosintéticos hay evidencia de energía ¿Qué formas o tipos podrían estar relacionadas allí? ¿Qué sucede con ellas? ¿Por qué?

No he evidenciado nunca este proceso personalmente, pero según lo que me han explicado y los documentales que he visto, si hay presencia de luz solar en la planta, ésta se encarga de transformarla en energía, por que si la planta no le llegara luz solar no le sería posible éste proceso.

Menciona todos los factores físicos y químicos que crees, están relacionados con el proceso fotosintético.

- | | |
|---------------------------------|-----------------|
| - agua (H_2O) | - Mitocondrias |
| - Dióxido de carbono (CO_2) | - Cloroplastos. |
| - azúcar | - Núcleo |
| - Oxígeno (O_2) | etc..... |
| - Luz solar | |

Caso 4.

/

Lee el siguiente párrafo y explica con tus palabras

El principio de conservación de la energía, Indica que "la energía no se crea ni se destruye; solo se transforma de unas formas en otras. En estas transformaciones, la energía total permanece constante; es decir, la energía total es la misma antes y después de cada transformación".

Explica una situación donde veas evidenciado el principio de conservación de la energía en fenómenos de la naturaleza

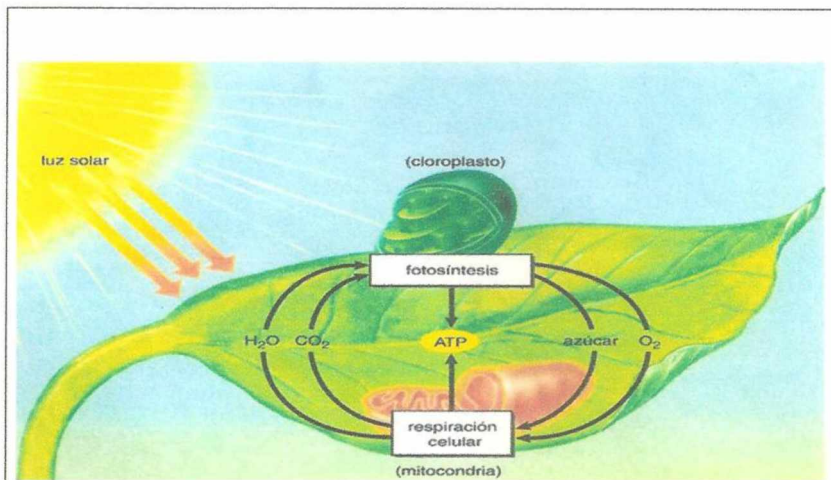
Fuera de los casos de transformación de la energía que se notan en las plantas, también lo veo reflejado en el movimiento. Cuando de un cuerpo a otro aplicamos una fuerza, el otro cuerpo lleva en sí la fuerza del primero y adquiere una velocidad mayor a la inicial.

De acuerdo con el párrafo ¿Crees que este principio puede reflejarse en los procesos fotosintéticos? ¿por qué?.

Sí, la energía luminosa del sol que absorbe la planta la convierte o la usa para producir nutrientes para la misma y sobre todo para transformar la energía y otros procesos en usos como la fotosíntesis.

Observe la siguiente imagen...

Imagen 1



Qué puedes decir de esta imagen:

De esta imagen interpreto la formulación química de la transformación de dióxido de carbono más agua y más la energía solar, produce un resultado de oxígeno al ambiente, que es el que respiramos, y un compuesto que usa la planta para su propio beneficio.

Teniendo en cuenta esta misma figura (*imagen 1*), responde:

¿Qué sucede con la luz solar, el CO_2 , y el H_2O en la fotosíntesis? Justifica tu respuesta

En la mezcla de estos compuestos, el agua y el dióxido de carbono se mezclan, produciendo un hidrato de carbono, y al mezclarse con la energía lumínica, este se descompone dejando O_2 en el ambiente y usando el resto del compuesto en uso propio de la planta.

Si crees que en los procesos fotosintéticos hay evidencia de energía ¿Qué formas o tipos podrían estar relacionadas allí? ¿Qué sucede con ellas? ¿Por qué?

La energía allí almacenada no tiene una forma específica, pero sí se nota las reacciones que produce en la planta. Estas energías son usadas por la planta para producir, por medio de un proceso químico, el oxígeno que respiramos y los compuestos que necesita la planta para así poder vivir.

Menciona todos los factores físicos y químicos que crees, están relacionados con el proceso fotosintético.

$z_{ri}^* \delta_{fi} < h_{yrj} - 'CO$	$-L_{uj} \sim (i Jt Crjfiy$
$\blacksquare aS_f$	$- L_{xy} tVidJ \cdot 6) z/jq^i - jy$
$Cf^k <^n /$	$-1, \{ * < < \cdot 0^A pUmin$
$-CcUeo$	$' Lasc \ ^Oroc i \langle 40 >$
$- (Mircf k' ijfirU$	
$-AZ-IAIUC hWsJorj$	
$' L \& OpOfn i$	

ANEXOS 5

CUARTO INSTRUMENTO.

Entrevista

1. ¿Me podrías explicar lo que tú entiendes por transferencia? ¿podrías plantearme un ejemplo o situación en la cual se evidencie lo que entiendes por este concepto?
2. Sabes qué es convertibilidad, ¿cómo me lo explicarías? Puedes ejemplificarlo.
3. Cuéntame. ¿Qué entiendes por energía? ¿cómo puedes explicarla? ¿Qué puede suceder con ella? ¿podrías plantearme una situación que la ejemplifique?
4. ¿piensa tú, que la energía puede estar relacionada con la convertibilidad y la transferencia? Si o no y ¿por qué?
5. ¿Cómo la convertibilidad, la transferencia y la conservación se evidencia en el proceso de fotosíntesis?

A continuación se presentan dos placas metálicas, frótalas entre sí durante 1min, luego observa y analiza. Puedes tocar las dos placas antes y después de su frotación.

A partir de lo anterior, responde:

6. Luego del cese del movimiento entre las dos placas, ¿qué cambios puedes observar? Explica tu respuesta.
7. ¿Consideras que en la anterior situación puede haber alguna relación entre el movimiento y el calor? Justifica tu respuesta.
- 8.Cuál crees que serian las condiciones para que se den los efectos y la causa para la anterior situación.

Respuestas de los casos.

- ENTREVISTA CASO 1

Entrevistador: ¿me podrías explicar lo que entiendes por transferencia?

Caso: lo que yo entiendo por transferencia es que se lleva algo de un lugar a otro, ya sea por la necesidad, por que sea obligatorio, o por exportarlo.

Entrevistador: podrías a hora plantearme un ejemplo o situación, en la cual tú ¿puedas evidenciar lo que entiendes por este concepto?

Caso: ¿se puede lo del transporte? Jajaja, por ejemplo cuando uno necesita ubicarse acá o por ejemplo para llegar a mi casa entonces una de esa podría ser que yo tomo un colectivo sería un medio de transferencia para llegar a mi casa o. lo de los correos electrónicos, si yo tengo un papel importante y se lo tengo que enviar a una persona, por este medio web se lo hago saber y llega allá.

Entrevistador: ¿sabes que es convertibilidad? ¿Qué has escuchado sobre ello?

Caso: no es la conversión de algo ahhh no sé en algo mejor o algo peor, o. es la ¿convertibilidad? de algo la desintegración de algo que pasa a otro algo, es como pasar de un material a otro. convertibilidad ¡conversión! Convertir una cosa en otra.

Entrevistador: y. ¿cómo podrías ejemplificarlo?

Caso: Ehhh con la comida, como por ejemplo los granos ehh uno comer el arroz, la mezcla, la mezcla de los jugos como convertir una fruta en tritura, y ver que todo queda en líquido y que este sería lo que se comería más fácilmente.

Entrevistador: por ejemplo. a nivel físico que podría decir ¿cómo crees que está relacionada la convertibilidad?

Caso: de pronto por la necesidad que tiene digamos, no sé. como la forma de ser de cada uno, por ejemplo lo de las plantas que tiene la necesidad de convertir todos los minerales que están afuera a manera de que sean beneficioso para la planta, eso puede ser un ejemplo.

Entrevistador: y. cuéntame ¿qué entiendes por energía?

Caso: base de todo, fundamento de todo, como piloto de las cosas, como por ejemplo cuando uno dice ve ésta como esta de energética, es como el fundamento, como la chispita que impulsa las cosas.

Entrevistador: y. ¿qué crees que puede suceder con esa energía?

Caso: bueno. supongo de lo que he escuchado. que se puede transformar, que se puede transportar, que se puede almacenar, que se puede ver reflejada, que se puede, hasta causar catástrofes como ejemplo por lo de los rayos a altas cantidades.

Entrevistador: me podrías entonces, plantear una situación que la ejemplifique.

Caso: energía. mmm no sé, digamos eso de lo de las empresas públicas que, transforman no sé cómo hacen, pero que transforman el agua en energía eléctrica que envían a las casas, esa puede ser una, que todo es por cable, que todo llega

por medio de cables, que son lo que puede llevar las cargas de energía, la conversión ahí sería lo del agua o como ellos trabajan para generar la energía.

Entrevistador: piensas tú que la energía puede estar relacionada con la transferencia y la convertibilidad. ¿Por qué?

Caso: si, jajaja por ejemplo en nosotros de tanto hacer las cosas como que se nos acaba la energía, porque por ejemplo uno come bastante, come muchas cosas y el cuerpo o puede ser el aparato que procese la energía, convierte los azúcares y todo lo que consumimos en esa energía o en esas proteínas o minerales que consumimos, hace que nos sintamos bien, que estemos pilosos. ahí sería la transferencia, la conversión de los factores externos en energía.

Entrevistador: y. ¿cómo la convertibilidad, esa transferencia y la conservación se evidencia en el proceso de fotosíntesis?

Caso: que la planta está viva, que la planta mantenga el color, que la planta se vea viva porque se nota que está haciendo el proceso de fotosíntesis, que está almacenando las proteínas, los minerales del suelo, que se mantenga porque en lo poquito que he estudiado sobre eso, la sabia elaborada tras que se transporta por toda la planta queda como con una parte de reserva que es la que hace que la planta siga como que. como que, como este viva, como que ¡se me olvido! ¡Cómo es que se dice! No me acuerdo

Entrevistador: pero. ¿en qué aspectos específicos de la fotosíntesis tú observas que puede haber transferencia o que pueda ver conservación?

Caso: no puede ser cuando. la parte. no sé cómo se ve la planta, de pronto porque de otra forma no sé. Porque la planta en un ambiente húmedo no sé, húmedo u oscuro no se ve bien como es, entonces de pronto en lo que refleja la planta, si refleja vitalidad o no o ahí refleja si está recibiendo la luz que es la energía, que obviamente como se conoce en el proceso es fundamental para poder realizar el proceso. Por ejemplo en eso que se conserva viva, que está realizando bien el proceso. Uno como observa que hay conservación y convertibilidad por qué se ve que está realizando bien el proceso de fotosíntesis, porque está viva, porque está verde, porque está generando más, porque el ambiente que respiramos alrededor de ella se siente más puro.

Entrevistador: A continuación se presentan dos placas metálicas, frótalas entre sí durante 1min, luego obsérvalas y analiza. Puedes tocar las dos placas antes y después de su frotación.

Entrevistador: A hora cuéntame: Luego del cese del movimiento entre las dos placas, ¿qué cambios puedes observar?

Caso: que están calientes, que se calentaron, que están más lisas, no están ásperas y se están acabando.

Consideras que en la anterior situación puede haber alguna relación entre el movimiento y ¿el calor? ¿Por qué?

Caso: sí, de pronto porque estaban en interacción la una con la otra cuando se frotaban, ósea estaban interactuando entre ambas y de forma muy rápida, entonces el hecho de que interactúen empieza a generar, cambio en la temperatura de cada una, la una choca y choca y choca con la otra hasta que sube la temperatura.

Entrevistador: entonces cuál crees tú que serían las condiciones para que se den los efectos y las causas para la anterior situación.

Caso: mmm de pronto como la cercanía o como ehhhh, como le digo, como el impulso de mis manos como la que las frotes, como lo que lo mantenga chocando, el hecho de que las ponga a chocar la una con la otra constantemente eso generaría el calor, al estar en constante movimiento, moviéndola la una con la otra, poniéndolas a interactuar muy cerca , y haciéndolas moverla a una velocidad muy rápida o por una fuerza, que estaba pensando en eso, genera que se incremente , y como están tan cercas, moviéndolas la una con la otra sin poder ni parar ni despegarse. eso generaría que se caliente.

Entrevistador: cuando hablas de fuerza, ¿tú podría decir que la fuerza está relacionada, de pronto con la energía?

Caso: sí, por que si yo tengo la energía para impulsar esas placas obviamente ,podría ser en ese sentido, de pronto que la fuerza en el caso que soy yo necesito la energía para poder aplicar esa fuerza para poder frotarlas, pro no sé de pronto. supongamos una máquina eléctrica necesitaría eso, así sea para transformarla o tomarla de otra parte ya sea impulsada por la energía solar o del viento necesitaría algo que lo empujara, que básicamente, eso hace parte todo de la energía, por qué una máquina sin energía no realizaría nada.

Entrevistador: Bueno, muchas gracias por tus aportaciones, que estés muy bien.

- ENTREVISTA DEL CASO 2.

Entrevistador: Bueno —, mmm me podrías explicar ¿tú que entiendes por transferencia?

C2: transferencia es cambiar de un lugar a otro, lo que yo tengo se lo doy a otro cosa a otra persona.

Entrevistador: ¿Podrías darme un ejemplo donde evidencies esto?

C2: transferencia de energía, de la temperatura cuando yo jajaja pues cuando estamos en el medio ambiente recibimos calor de la temperatura ahí se da esa transferencia de la energía

Entrevistador: Y de ¿dónde proviene esa energía?

C2: Pues del medio ambiente.

Entrevistador: Del medio ambiente!

Entrevistador: ¿Sabes que es convertibilidad?

C2: No!

Entrevistador: ¿No tienes alguna noción?

C2: Convertir es pasar de una cosa a otra convertibilidad no se!

Entrevistador: Y ahora que hablabas de esa energía, ¿qué entiendes tú o que crees que es la energía?

C2: La energía es como la capacidad que tenemos para realizar algo, como la duración la potencia para realizar una actividad

Entrevistador: ¿Me podrías dar un ejemplo?

C2: Energía eléctrica, química, de biomasa que es la de los alimentos,

Entrevistador: Y tú crees ¿que esa energía se podría transformar?

C2: Claro, la energía en un proceso nunca se pierde

Entrevistador: ¿Pero se transforma? O no

C2: Si, se transforma

Entrevistador: Y ¿podrías evidenciar que tipos de transformación?

C2: En la fotosíntesis, la energía lumínica se transforma en energía de la planta

Entrevistador: Y tú ¿crees que hay alguna relación, entre convertibilidad, transferencia, conservación, energía y fotosíntesis?

C2: Si, son cosas que van de la mano con el otro, porque la fotosíntesis es un proceso que abarca todos los conceptos que se definen, convertibilidad se relaciona con transferencia, transferencia es también una transformación de una cosa de la energía de una forma y la utilizo en otra, como hacen las plantas que toman la energía lumínica la convierten en adenosintrifosfato y otras cosas.

Entrevistador: Como crees que se da esta transformación, ¿qué crees que pasa hay?

C2: Supongo que la planta lo combina, mezcla, no se reacciona con otras cosas que coge por las raíces

Entrevistador: Y ¿que coge por las raíces?

C2: Agua y sales minerales

Entrevistador: Bueno, entonces ahora vamos a trabajar las plaquitas, las vas a frotar, un instante! Y ya.

C2: Que tan instante

Entrevistador: Por ahí un minuto

C2: ahhh bueno!

Entrevistador: Las frota con fuerza y con cuidado que no te me vallas a lastimar para que no tengamos un accidente.

C2: Bueno

C2: ¿Así?

Entrevistador: Si

C2: Ya!

Entrevistador: Después del movimiento ¿qué puedes observar? o ¿qué puedes sentir?

C2: Que las placas se calentaron!

Entrevistador: Y ¿por qué crees que se calentaron?

C2: Por la energía de la fricción

Entrevistador: Consideras que la anterior situación, ¿puede haber una relación entre ese movimiento y el calor que tú sentiste?

C2: Si

Entrevistador: ¿Qué relación?

C2: Más velocidad, más calor

Entrevistador: Si,

Entrevistador: ¿Y cuál crees que serían las condiciones para que se den los efectos y las causas en la situación anterior?

C2: Como así, pues que se necesita para que se calienta! Fricción entre las dos laminas que yo le provoqué la fuerza para el calor y el movimiento constante.

Entrevistador: Entonces, si por ejemplo uno hiciera un movimiento muy lento, ¿qué pasaría?

C2: No se calentaría,

C2: Pues mucho más tiempo después de que si la hacen más rápido,

Entrevistador: ¿Entonces eso sería qué?

C2: Velocidad se relaciona con el movimiento, con el calor, mayor movimiento, mayor si mayor movimiento más energía más el calor es una relación.

- ENTREVISTA DEL CASO 3.

Entrevistador: Bueno —, me podrías explicarme lo que tu entiendes por transferencia?

C3: Transferencia, transferencia es el material que se pasa de un objeto a otro, o una planta a otra, pues sea un objeto o cualquier cosa, lo que pienso yo!

Entrevistador: Y ¿cómo podrías ejemplificarlo?, dame pues un ejemplo donde tú veas esa transferencia.

C3: Por ejemplo cuando la energía solar se transfiere a las plantas pues pienso yo que ahí hay una transferencia, pues no sé si sea correcta

Entrevistador: No, no estamos mirando que sea correcta sino lo que tú entiendas, es simplemente eso.

Entrevistador: Bueno, entonces, ¿qué es convertibilidad para ti?

C3: Pues yo diría es cuando un cuerpo transforma su, su genética su estado natural

Entrevistador: Ósea para ti convertibilidad implicaría transformación?

Entrevistador: ¿Podrías darme otro ejemplo?

C3: De convertibilidad

Entrevistador: Si

C3: Ese si no lo se

Entrevistador: Pues donde tú lo veas, pues cuando me dices que la planta, que la luz solar entonces ¿qué crees tú que debe transformarse o cambiar?

C3: Ha sí que cuando la planta recibe, la luz solar la transforma en energía solar para la planta la transforma en energía, y absorbe de ella los nutrientes del sol

Entrevistador: Bueno ya que me hablas de energía ¿qué entiendes tú por energía?

C3: Energía,

Entrevistador: ¿Qué crees que es? lo que tú sepas eso es lo que queremos saber

C3: Es la forma en que un cuerpo, esa si no me la sé no sé cómo explicarme

Entrevistador: O bueno ¿por medio de un ejemplo logras decírmelo?

C3: Pues yo he escuchado que en las plantas que absorben, la energía y los nutrientes de la tierra pero no sé cómo se hace esa energía en la planta

Entrevistador: No, pero no quisiéramos saber cómo se hace sino de pronto ¿qué piensas tú que es la energía?

C3: ¿Qué es?

Entrevistador: Es un concepto muy complejo porque todavía no hay una definición pero más o menos que pienses tu

C3: Que te digo yo....Me corcho,

Entrevistador: Jaja tranquilo no es cuestión de corchar

Entrevistador: Entonces ¿tú crees que la energía se puede transformar?

C3: Si, se puede transformar

Entrevistador: Ya me dijiste de la plantas, ¿podrías evidenciar otro ejemplo donde verías la transformación de la energía?

C3: Si he yo he visto que transforman la energía hidráulica en energía eléctrica, por medio de unos, no sé qué es lo que ponen esos ingenieros en el agua y la hidráulica lo convierten en energía eléctrica por ejemplo eso, es un ejemplo.

Entrevistador: He, ¿tú crees que esta energía se puede relacionar con la convertibilidad, la transferencia y la conservación?

C3: Yo creo que, Si se puede

Entrevistador: ¿Y este proceso lo ves en la fotosíntesis?

C3: Si, haber totalmente

Entrevistador: ¿cómo lo ves?

C3: Bueno primero la planta absorbe la energía solar la transforma en energía para sí misma he también el agua la transforma en nutrientes pues ahí había otra transformación y cual e convertibilidad convierte, he los nutrientes del agua en nutrientes para ella alimentarse

Entrevistador: Y ¿qué crees que hay dentro de ese proceso de convertibilidad? ¿Qué factores habrá ahí pues para que eso se dé?

C3: Empieza por la raíz sube por el tallo y luego llega hasta las hojas y es por eso que se va reconfortando por eso es que en un lugar cuando no hay mucha lluvia ni mucho sol está a la intemperie la planta por eso no crece bien porque no recibe bien los nutrientes de la tierra

Entrevistador: Entonces como te dije te voy a dar estas dos placas lo que vas a hacer, es colocarlas así y vas a frotar con ella te vas a demorar un momentico, vas a frotar durito y ya te pregunto, con cuidado que no te me vallas a cortar por qué.

C3: Se va calentando

C3: Es lo que estamos viendo en física, la fuerza de fricción es cuando dos cuerpos se frotan entre si uno para un lado y el otro para otro, distintas direcciones

Entrevistador: Bueno Tócalas, ¿cómo están?

C3: Caliente

Entrevistador: Luego de hacer esto que cambios puedes observar o sentir

C3: Que noto que, ¿esta es una lata?

Entrevistador: Si

C3: La lata quedo más liza, quedo como rasgadita caliente y más delgadita.

Entrevistador: Y consideras tu que en este proceso he, ¿puede haber alguna relación entre el movimiento? y ¿el calor que tú sientes?

C3: Si cuando, físicamente cuando dos cuerpos actúan en distintas direcciones se genera lo que se llama fricción y la fricción es lo que hace que se calienta, es lo mismo cuando tenemos frio que hacemos esto con las manos, que las manos se calientan, es por la fricción pues un cuerpo va para un lado y el otro para el otro entonces al hacer eso se calienta.

Entrevistador: Y ¿cuál crees tú que es la causa para que se de ese calor que tú sientes?

C3: No sé, pues.

Entrevistador: Ósea que es lo que tú tienes que hacer, para sentir ese calor.

C3: Frotar, Hacer esto.

Entrevistador: ¿Entonces sería un movimiento?

C3: Seria....Un movimientos en sentidos opuestos.

Entrevistador: ¿Para qué se dé qué?

C3: El calor.

- ENTREVISTA CASO 4

Entrevistador: ¿tú me podrías explicar, lo que entiendes por transformación o por transferencia?

Caso: Bueno por transformación yo entiendo.. que es como el cambio o el proceso de cambio que se sufre como consecuencia de algo con respecto a un medio ambiente o algo así. Por ejemplo si yo mezclo una sustancia química que sea sólida con una líquida, podría ser un compuesto que se relacionan entre los dos y eso es como una especie de transformación, también de pronto otra transformación pueda ser los cambios que tenga un cuerpo de un ser vivo que. afecte la estructura física del cuerpo, eso lo entiendo yo como por transformación

Entrevistador: y. ¿por transferencia?

Caso: transferencia es, o lo entiendo yo, transportar de un cuerpo a otro ehhs transfiriendo ciertos datos. Por ejemplo, cuando somos engendrados por nuestros padres éstos nos transfieren cierta cantidad del material de ellos, eso pues lo entiendo yo, de transferencia de los padres a los hijos.

Entrevistador: Bueno, y por ejemplo una situación física en la que se pueda evidenciar.

Caso: física en transferencia, de pronto en calor, en energía, en luz creo? pues, más que todo lo que es calor y energía eléctrica, pues se ve como más transferencia, bueno no solamente en eléctrica también de pronto.. En hidráulica o las diferentes formas de energía, pero la importante es cuando se pasa de un cuerpo a otra energía o calor.

Entrevistador: y. sabes ¿qué es convertibilidad? ¿Qué entiendes sobre ello?

Caso: la palabra básicamente es conversión, convertir algo.

Entrevistador: y ¿cómo lo puedes explicar, que se pueda convertir?

Caso: Que cambie su estado, por ejemplo. mmm el agua, el agua en su estado más común es líquido, convertida el agua por medio de procesos químicos, podría dar como resultado, ehhs vapor o hielo, que es convertida en un estado líquido a sólido o incluso de forma líquida a gaseosa.

Entrevistador: Ahora cuéntame, ¿tú has escuchado hablar sobre el término energía? ¿Qué entiendes sobre este término?

Caso: sí, energía hasta donde yo la entiendo son las diferentes formas de. mmm yo entiendo energía. como movimiento de electrones, pues creo recordar algo así sobre movimiento de electrones , pero eso es más de energía eléctrica, que es movimiento de electrones entre dos cuerpos.

Entrevistador: y, piensas ¿qué solamente en este tipo de energía eléctrica se puede evidenciar la energía? ¿O lo tu que explicas sobre energía?

Caso: no, ehhs yo también puedo ver la energía, por ejemplo ehhs en la energía eólica, que es la recuperación de la energía con base al viento o la hidráulica que es en base al agua, incluso la nuclear que se utilizan los átomos de ciertos elementos que sean más radioactivos para conseguir o producir mayor energía.

Entrevistador: bueno ahora cuéntame. ¿qué crees que puede suceder entonces con esto tipos de energía?

Caso: que está presente en cualquier momento, pero dependiendo de las circunstancia de los objetos se va transforma. Por ejemplo si yo tengo una batería, la batería tiene energía, pero necesita de unos conductores para que la energía se transporte entre los propios conductores y proporcione ehhh la energía para que el objeto funcione, por ejemplo acá, con luz si la apagamos o desconectamos las lámparas aún hay energía solo que no se está transmitiendo o transformando eléctricamente.

Entrevistador: tú consideras que la energía además de ser transformada, puede ser también transferida? ¿Por qué?

Caso: si, en forma de calor ehhh por ejemplo si yo enciendo una candela o fosforo y la pongo ehhh debajo de un metal por mucho tiempo, la energía de la candela, del fuego va ser que el metal se caliente también, eso sería energía calorífica o calor.

Entrevistador: ¿piensas tú que la energía puede estar relacionada con la convertibilidad y la transferencia?

Caso: si puede estar relacionado porque la energía eléctrica si se conecta por ejemplo ehhh entre dos metales, por ejemplo ehhh el aluminio o el cobre que transporta energía y sí es ehhh transportada sí puede ser cambiable, por ejemplo con el fuego estamos cambiando de un estado de llamas o algo así para transformar en calor en este caso.

Entrevistador: como la convertibilidad, la conversión y la transferencia se evidencia en los procesos de fotosíntesis, desde lo que tú sabes sobre este proceso?

Caso4 : bueno, en la fotosíntesis aunque no sea tan apreciable la vía, ehhh las plantas absorben la energía que. pues la energía solar para. adquirir nutrientes o multiplicar nutrientes que adquieren de la tierra, también ehhh pienso yo que las plantas deben de tener cierta energía para poder producir sus.. Cambios, porque si no tuvieran energía estarían quietas, sólidos inmóviles estáticas y yo creo que parte de la energía del sol que absorbe puede ayudar a la planta a nutrirse o multiplicarse.

Entrevistador: y. ¿tú observas que a partir de lo que has mencionado puede haber algo de conservación o transformación de esa energía?

Caso: la planta transforma la energía solar, en energía propia, que la utiliza para transformar o convertir el dióxido de carbono que absorbe en oxígeno que es el que. si como el desecho que produce la planta que para nosotros es un beneficio

Entrevista: y. simplemente la planta puede tomar ese CO₂ y lo convierte en oxígeno o la planta tiene la capacidad convertirlo en otras sustancias o compuestos?

Caso: la planta lo puede convertir en un compuesto, pues el desecho sería el oxígeno, pero el carbón que quedaría de esa conversión lo utiliza la planta porque también habría un desecho de carbón y de oxígeno por aparte. Pero el carbón que sale de la reacción debe utilizarlo la planta para algo.

Entrevistador: Bueno. ahorita mencionabas que había energía lumínica y energía propia de la planta. ¿Cuándo haces referencia a la energía propia de la planta a qué tipo de energía te refieres?

Caso: me refiero. relacionándolo por ejemplo con el ser humano, el ser humano tiene una energía que. Sería energía estática, no propiamente estática porque en ocasiones cuando está recargado de energía y toca una persona hay una transferencia de energía y. por lo general uno siente una chispa eléctrica , el caso es que pues. la planta como ser vivo debe de tener algo de una energía tal vez no como suficiente, pues para producirla en grandes cantidades, pero si para que funcione. Ahora bien también puede justificar la energía que adquiere del sol y de la propia tierra, esa energía como proceso de ayuda para que la planta realice sus cambios o procesos.

Entrevistador: y. piensas que e fotosíntesis hay simplemente energía lumínica y energía propia de la planta o hay otro tipo de energía. Como por ejemplo la que puedes evidenciar en los frutos. ¿Qué tipo de energía podría ser esa?

Caso: la verdad no tendría muy claro, lo que puedo saber y hasta lo que he observado la planta absorbe calor del sol por la energía lumínica del sol y también ehhhh puede absorber su energía propia y la energía derivada por la tierra, pienso que puede ser conductora; pero no sé si puedan influenciar otras energías de las que hemos hablado.

Entrevistador: A continuación se presentan dos placas metálicas, frótalas entre sí durante 1min, luego obsérvalas y analiza. Puedes tocar las dos placas antes y después de su frotación.

Entrevistador: luego de hacer esa pequeña frotación eh hh, se presentan las siguientes preguntas:

Luego del cese del movimiento entre las dos placas, ¿qué cambios puedes observar?

Caso: bueno, cambios físicos no mucho, porque permanecen iguales, pero un cambio si es la temperatura porque cuando uno las coge están en reposo por así decirlo ehheh la placa estaría fría pero al momento de frotarla y activar los átomo que tiene ella se va calentando.

Entrevistador: Ahora. ¿Consideras que en la anterior situación puede haber alguna relación entre el movimiento y el calor? ¿Por qué?

Caso: creo que sí, porque el cuerpo antes estaba en reposo, no tenía ningún movimiento y de por si estaba frío. Pero a la hora de moverlo o frotarlo él se va calentando y. pienso o lo relaciono igual que un agua hervida, cuando el agua está en su estado natural sólido ehheh los átomos están en completo movimiento cuando se congela ahheh los átomos se unen y hacen una estructura rígida, pero cuando se calientan que ya sale el vapor los átomos se dispersan y chocan entre sí haciendo energía calorífica entre ellos calentándose cada vez más. Esto lo puedo relacionar acá en ¡qué sentido! Que en el momento en que yo los estoy frotando estoy moviendo la estructura molecular, no hasta al punto de dispersarlo mucho, pero la poca dispersión que tiene puede hacer que se calienten las placas.

Entrevistador: y. Cuál crees que serían las condiciones para que se den los efectos y la causa para la anterior situación.

Caso: al momento de mover sentí más calor en las placas y ese calor se transformaba en las manos, entonces yo ya no sentía la fría sino ya como caliente.

Entrevistador: entonces cuál crees tú que serían las condiciones para que se den los efectos y las causas.

Caso: para que se dé el movimiento debe de haber una fuerza que se le aplique al cuerpo, porque un cuerpo si no tiene fuerza no se movería. Como dije anteriormente, para que el cuerpo se caliente debe tener movimiento hay que estimular el movimiento y para que se pueda calentar ehheh si uno no lo mueve se enfría debe tener movimiento constante o una fuerza para que el cuerpo se caliente.

Entrevistador: y. ¿la fuerza la podrías significarla como energía?

Caso: ehheh sería de pronto una forma de transformar la energía en movimiento o la energía cinemática para darle una fuerza al cuerpo y que el cuerpo tenga un movimiento y ese movimiento produzca un calor.

Entrevistador: Muchas gracias por su atención

ANEXOS 6.

INSTRUMENTO CINCO.

Caso 1.

A continuación se proponen varios párrafos en los que se evidencia algunos procesos fotosintéticos y factores para la realización de los mismos, léelos y responde las preguntas que abajo se mencionan.

Hace al menos 2000 millones de años, algunas células, gracias a errores fortuitos (mutación) en su maquinaria genética, adquirieron la capacidad de aprovechar la energía de la luz solar. Estas células combinaban moléculas inorgánicas simples, dióxido de carbono y agua, para formar moléculas orgánicas más complejas como la glucosa. En el proceso de fotosíntesis esas células capturaban una pequeña fracción de la energía de la luz solar y la almacenaba como energía química en esas moléculas orgánicas complejas. Dado que podían explotar esta nueva Fuente de energía sin enfrentar competidores, las primeras células fotosintéticas llenaron los mares, liberando oxígeno como subproducto, (texto tomado de! libro biología: la vida en la tierra)

Responde.

1. Escribe todas las transformaciones que evidencias en el texto anterior, además, describe cómo crees que ocurren.

→ Transformación de energía solar en química ⇒ Se toma la energía por la hojas → luego esa molécula llamada ATP la transforma y distribuye.
→ Moléculas inorgánicas a orgánicas ⇒ se recogen dióxido de carbono y agua, se unen y se forma la sabia bruta con la ayuda de la luz solar, o energía química se obtiene una glucosa para la cual se separa para expulsar el oxígeno O_2 , y deja el carbono dentro de la planta.

2. Consideras que la transformación de la energía que se da en los procesos fotosintéticos son **dependientes** únicamente de fases lumínicas. Justifica tu respuesta

Si porque es de allí de donde obtienen la energía que es como el motor de impulso de la planta para realizar los procesos de desintoxicación de oxígeno

3. ¿Cómo crees que se convierte la energía de la luz solar en energía química?

Pienso que la energía solar es absorbida por las hojas de las plantas creo que específicamente por los cloroplastos estos la entregan a una molécula llamada ATP que es la responsable hasta donde tengo entendido de transformar esa energía y brindarla a la planta en cada proceso según la necesidad.

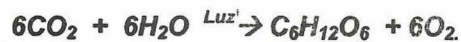
Los pigmentos que participan en la fotosíntesis incluyen a la clorofila, los carotenoides y las ficocianinas. Existen bastantes tipos distintos de clorofila, los cuales difieren entre sí solamente en algunos detalles de su estructura molecular. La clorofila a se halla en todos los eucariotas fotosintetizadores y en las cianobacterias, y se considera que es esencial para el tipo de fotosíntesis que llevan a cabo los organismos de estos grupos (fragmento tomado del libro biología de las plantas).

Responde:

4. Que función crees que cumple la clorofila en el proceso de la fotosíntesis. ¿Consideras que esta puede estar relacionada con la energía? Si. No ¿por qué?

Creo que la clorofila pigmento ó da el color del vigor a las plantas, irradia esa energía de vitalidad, y si creo que esta relacionado con la energía por que tal vez ese pigmento sea quien la absorva

La siguiente reacción química corresponde al proceso fotosintético



Responde:

5. Menciona las causas y los efectos correspondientes, que crees se pueden observar dentro del proceso fotosintético. Argumenta tu respuesta

Causa ←	→ elaboración de sabia o glucosa al combinar $6\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O} + \text{Luz} \Rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{O}_2$
Causa ←	→ Separación de Oxígeno y la glucosa $\Rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{O}_2$
Efecto ←	→ distribución y almacenamiento de nutrientes \downarrow
Efecto ←	expulsión de tóxicos para la planta $\Rightarrow 6\text{O}_2$

6. Consideras que estos efectos pueden convertirse en nuevas causas para que las plantas realicen fotosíntesis. Si o no y ¿por qué?

Si porque denotan que la fotosíntesis es el proceso más eficiente de obtención de nutrientes y alimentos necesarios para la supervivencia y desarrollo de las plantas

Caso 2.

A continuación se proponen varios párrafos en los que se evidencia algunos procesos fotosintéticos y factores para la realización de los mismos, léelos y responde las preguntas que abajo se mencionan.

Hace al menos 2000 millones de años, algunas células, gracias a errores fortuitos (mutación) en su maquinaria genética, adquirieron la capacidad de aprovechar la energía de la luz solar. Estas células combinaban moléculas inorgánicas simples, dióxido de carbono y agua, para formar moléculas orgánicas más complejas como la glucosa. En el proceso de fotosíntesis esas células capturaban una pequeña fracción de la energía de la luz solar y la almacenaba como energía química en esas moléculas orgánicas complejas. Dado que podían explotar esta nueva fuente de energía sin enfrentar competidores, las primeras células fotosintéticas llenaron los mares, liberando oxígeno como subproducto. (texto tomado del libro biología: la vida en la tierra)

Responde.

1. Escribe todas las transformaciones que evidencias en el texto anterior, además, describe cómo crees que ocurren.

Las células especializadas captan la energía solar, la transforman en energía química (adenosin trifosfato) y luego la almacenan para utilizarla en la producción de moléculas orgánicas complejas

2. Consideras que la transformación de la energía que se da en los procesos fotosintéticos son **dependientes** únicamente de fases lumínicas. Justifica tu respuesta

Sí son dependientes de las fases lumínicas, más también son dependientes de otras fases. Si el proceso es de transformación de energía, se necesita una energía base que transformar = la lumínica.

3. ¿Cómo crees que se convierte la energía de la luz solar en energía química?

Supongo que la energía lumínica es combinada con agua, sales minerales y los otros gases, como el oxígeno, que son absorbidos por la planta.

Los pigmentos que participan en la fotosíntesis incluyen a la clorofila, los carotenoides y las ficocianinas. Existen bastantes tipos distintos de clorofila, los cuales difieren entre sí solamente en algunos detalles de su estructura molecular. La clorofila a se halla en todos los eucariotas fotosintetizadores y en las cianobacterias, y se considera que es esencial para el tipo de fotosíntesis que llevan a cabo los organismos de estos grupos (fragmento tomado del libro biología de las plantas).

Responde:

4. Que función crees que cumple la clorofila en el proceso de la fotosíntesis. ¿Consideras que esta puede estar relacionada con la energía? Si. No ¿por qué?

Un pigmento es algo que da color, entonces la función de la clorofila debe ir por este camino.

No creo que si esta relacionada con la energía por ésta (la clorofila) se encuentre en las hojas, el mismo lugar donde se absorbe la luz solar.

La siguiente reacción química corresponde al proceso fotosintético



Responde:

5. Menciona las causas y los efectos correspondientes, que crees se pueden observar dentro del proceso fotosintético. Argumenta tu respuesta

Causas = necesidades de alimentación, de energía, excesiva cantidad de gases en el ambiente (CO_2)
Efectos = liberación de gases como el CO_2 y el oxígeno, éste último muy importante en la vida humana.

6. Consideras que estos efectos pueden convertirse en nuevas causas para que las plantas realicen fotosíntesis. Si o no y ¿por qué?

Sí, considero que es un círculo vicioso porque la planta libera gases en el final del proceso fotosintético y estos gases los absorbera otra vez para dar inicio a un nuevo proceso.

Caso 3.

A continuación se proponen varios párrafos en los que se evidencia algunos procesos fotosintéticos y factores para la realización de los mismos, léelos y responde las preguntas que abajo se mencionan.

Hace al menos 2000 millones de años, algunas células, gracias a errores fortuitos (mutación) en su maquinaria genética, adquirieron la capacidad de aprovechar la energía de la luz solar. Estas células combinaban moléculas inorgánicas simples, dióxido de carbono y agua, para formar moléculas orgánicas más complejas como la glucosa. En el proceso de fotosíntesis esas células capturaban una pequeña fracción de la energía de la luz solar y la almacenaba como energía química en esas moléculas orgánicas complejas. Dado que podían explotar esta nueva fuente de energía sin enfrentar competidores, las primeras células fotosintéticas llenaron los mares, liberando oxígeno como subproducto, (texto tomado del libro biología: la vida en la tierra)

Responde.

1. Escribe todas las transformaciones que evidencias en el texto anterior, además, describe cómo crees que ocurren.

Mutación: Errores fortuitos en su maquinaria genética.
Energía Química: Cuando la luz solar era aprovechada por las células de las plantas y así transformarla.
Y cuando las primeras células fotosintéticas llenaron los mares, liberaron oxígeno como un subproducto.

2. Consideras que la transformación de la energía que se da en los procesos fotosintéticos son **dependientes** únicamente de fases lumínicas. Justifica tu respuesta

No considero que estas transformaciones solo dependan únicamente de fases lumínicas, porque si fuera así la planta se secaría o marchitaría por no recibir sombra.

3. ¿Cómo crees que se convierte la energía de la luz solar en energía química?

La planta posee unas células, que son las encargadas de transformar la luz solar en energía química, y también creo que son las encargadas de absorber los rayos del sol.

Los **pigmentos que participan en la fotosíntesis incluyen a la clorofila, los carotenoides y las ficocianinas. Existen bastantes tipos distintos de clorofila, los cuales difieren entre sí solamente en algunos detalles de su estructura molecular. La clorofila a se halla en todos los eucariotas fotosintetizadores y en las cianobacterias, y se considera que es esencial para el tipo de fotosíntesis que llevan a cabo los organismos de estos grupos (fragmento tomado del libro biología de las plantas).**

Responde:

4. Que función crees que cumple la clorofila en el proceso de la fotosíntesis. ¿Consideras que esta puede estar relacionada con la energía? Si. No ¿por qué?

La clorofila es la encargada de distribuir la energía por toda la planta, y si creo que esté relacionada con la energía ya que estos se encuentran distribuidos en gran parte de las plantas.

La siguiente reacción química corresponde al proceso fotosintético



Responde:

5. Menciona las causas y los efectos correspondientes, que crees se pueden observar dentro del proceso fotosintético. Argumenta tu respuesta

Creo que en un proceso fotosintético debe distribuir correctamente los productos que salen y entran a la planta, lo que observo en la fórmula es que está equilibrada la cantidad de dióxido de carbono y el agua, también creo que la planta regula y balancea naturalmente sus compuestos.

6. Consideras que estos efectos pueden convertirse en nuevas causas para que las plantas realicen fotosíntesis. Si o no y ¿por qué?

Sí, porque la planta necesita de estos 2 elementos el CO_2 y el H_2O para realizar su proceso fotosintético, esto quiere decir que estos efectos sí serían causas para que las plantas realicen su proceso fotosintético.

Caso 4.

A continuación se proponen varios párrafos en los que se evidencia algunos procesos fotosintéticos y factores para la realización de los mismos, léelos y responde las preguntas que abajo se mencionan.

Hace al menos **2000 millones de años**, algunas **células**, gracias a errores fortuitos (mutación) en su maquinaria genética, adquirieron la capacidad de aprovechar la energía **de** la luz solar. Estas células combinaban moléculas inorgánicas simples, **dióxido** de carbono y agua, para formar moléculas orgánicas más complejas como la glucosa. En el proceso de fotosíntesis esas células capturaban una pequeña fracción de la energía de la luz solar y la almacenaba como energía química **en** esas moléculas orgánicas complejas. Dado que podían explotar esta nueva fuente de energía sin enfrentar competidores, las primeras células fotosintéticas **¡sonaron los mares**, liberando oxígeno como subproducto, (texto tomado del libro biología: la vida en la tierra)

Responde.

1. Escribe todas las transformaciones que evidencias en el texto anterior, además, describe cómo crees que ocurren.

* mutación de las células existentes = estas células se adaptaron a su entorno para aprovechar de mejor forma los beneficios que proporcionaba el entorno.
* Combinación de moléculas: las células combinaron las moléculas simples que poseían para formar moléculas orgánicas más complejas.
* Con las nuevas moléculas complejas, la energía de la luz solar era almacenada para el proceso fotosintético.
Así, las plantas llenaron de oxígeno y otros compuestos la tierra para proporcionar vida.

2. Consideras que la transformación de la energía que se da en los procesos fotosintéticos son **dependientes** únicamente de fases lumínicas. Justifica tu respuesta

No, no son tan dependientes porque existen plantas que se reproducen y realizan un proceso fotosintético sin la necesidad de energía solar, porque la energía que usa, es una transformación química de los compuestos terrestres.

3. ¿Cómo crees que se convierte la energía de la luz solar en energía química?

La energía solar es atrapada por las hojas de las plantas, estas proporcionan un cambio químico en la planta para poder producir energía química y es esta la utilizada en la subsistencia de la planta.

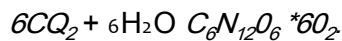
Los pigmentos que participan en la fotosíntesis incluyen a la clorofila, los carotenoides y las ficocianinas. Existen bastantes tipos distintos de clorofila, los cuales difieren entre sí solamente en algunos detalles de su estructura molecular. La clorofila a se halla en todos los eucariotas fotosintetizadores y en las cianobacterias, y se considera que es esencial para el tipo de fotosíntesis que llevan a cabo los organismos de estos grupos (fragmento tomado del libro biología de las plantas).

Responde:

4. Que función crees que cumple la clorofila en el proceso de la fotosíntesis. ¿Consideras que esta puede estar relacionada con la energía? Si. No ¿por qué?

La clorofila, más que un pigmento es una de las encargadas del proceso químico de la planta.
Si creo que pueda estar relacionado porque es ella la que le proporciona el color y la vitalidad a las hojas para que puedan absorber la energía solar.

La siguiente reacción química corresponde al **proceso fotosintético**



Responde:

5. Menciona las causas y los efectos correspondientes, que crees se pueden observar dentro del proceso fotosintético. Argumenta tu respuesta

Al combinar 6 moléculas de dióxido de carbono más 6 moléculas de agua, se produce un hidrato de carbono más oxígeno, es el oxígeno el que es absorbido o inhalado por los seres humanos, mientras que la planta usa el otro compuesto como beneficio.

6. Consideras que estos efectos pueden convertirse en nuevas causas para que las plantas realicen fotosíntesis. Si o no y ¿por qué?

El oxígeno resultante sí se puede usar, mezclándolo con el carbono del cuerpo humano para repetir el proceso fotosintético. No sé que tanto se use el dióxido de carbono como nuevo compuesto, puesto que la planta lo absorbe y lo usa como compuesto vital, en mi opinión, el $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ es más usado por la planta que para el proceso fotosintético.

BIBLIOGRAFÍA

Audesirk, T., & Audesirk, G. (2003). *Biología la vida en la tierra*. México: Pearson educación.

Acevedo, M., Beltrán, H., Castillo, C., Castro, N., Daza, D., García, M., y otros. (2002). *ConCiencia. Ciencias Naturales y Educación Ambiental - Básica Secundaria*. Bogotá: Norma.

Bechara B, Clavijo M, Samacá N, (1999). *Ciencias naturales 6*. Bogotá: Santillana S.A.

Bell , B., Osborne, R., & Tasker, R. (1981). *Averiguar lo que piensan los niños*. 254.

Ayala, M., Garzón, M., & Malagón, J. (2008). Consideraciones sobre la formalización y matematización de los fenómenos físicos. En M. Ayala, M. Garzón, J. Malagón, Á. Romero, O. Rodríguez, & Y. Aguilar, *Los procesos de formalización y el papel de la experiencia en la construcción del conocimiento sobre los fenómenos físicos* (págs. 17-32). Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional.

Castillo, J. (2008). La Historia de las Ciencias y la formación de maestros: La Recontextualización de saberes como herramienta para la enseñanza de las ciencias. *Nodos y Nudos*, 73-80.

Charrier, M., Cañal, P., & Rodrigo, M. (2006). Las concepciones de los estudiantes sobre la fotosíntesis y la respiración: una revisión sobre la investigación didáctica en el campo de la enseñanza y el aprendizaje de la nutrición de las plantas. *Enseñanza de las ciencias*, 401-409.

Cañal, P. (1992). *¿Cómo mejorar la enseñanza sobre la nutrición de las plantas verdes?* (Vol. 1). Junta de Andalucía.

Cassirer, E. (1986). *Fin y método de la Física teórica*. En: *El problema del conocimiento*. Fondo de cultura económica, México, V.4.

Domingos, P., Mellado, V., & Constantino, R. (2004). Evolución de las ideas alternativas de un grupo de alumnos portugueses de secundaria sobre fotosíntesis y respiración celular. *Revista de Educación en Biología*, 10-20.

Espinel, M., Mendieta, J., Arbeláez, N., & Alcárcel, M. (1997). *Ciencias 8. Exploremos la Naturaleza*. Bogotá: Prentice Hall de Colombia.

Gagliardi, R., & Giordan, A. (1986). La historia de las ciencias: una herramienta para la enseñanza. *Enseñanza de las ciencias*, 253-258.

González, L. (2003). *Ciencias Naturales de Sexto*. Bogotá: Voluntad S.A.

Gómez, A. (2005). *Mis Queridos Físicos*.

Gómez, A., Martín, N., & Pujol, R. (2003). Aprendiendo sobre los seres vivos. *Innovación Educativa*(125), 54-58.

Granés, J., & Caicedo, I. (1997). Del contexto de la producción de conocimientos al contexto de la enseñanza. Análisis de una experiencia pedagógica. *Revista colombiana de Educación* (34), 69-83.

Holton, G. (1989). *Introducción a los conceptos y teorías de la ciencias físicas*. Barcelona: Reverté.

Hernández Sampieri, R., & Fernando Collado, C. & Baptista Lucio, P. (1991). *Metodología de la investigación*. McGrawHill, México.

Jiménez, A., Díaz, M., Jorba, J., San Martín, N., Porlán, R., Tamir, y otros. (2003). *Ciclo didáctico en la perspectiva de la enseñanza y el aprendizaje como investigación dirigida*.

Matthews, M. (1994). Historia, Filosofía y Enseñanza de las Ciencias: La Aproximación Actual. *Historia y Epistemología de las Ciencias*, 225-277.

Mayer, R. (1973). On the forces of inorganic nature. Reprinted from R. B. Linsay, *Men of Physics*, Oxford, 277- 283.

Morin, E. (1994). Introducción al pensamiento complejo. Barcelona: Gedisa.

Raven, P. H., Evert, R. F., & Eichhorn, S. E. (1991). Biología de las plantas. Barcelona: Reverte, S.A.

Romero, Á., Rodríguez, L., & Aguilar, Y. (2008). La formalización del estado de equilibrio de los fluidos. El concepto de presión interna como variable de estado. En Á. Romero, L. Rodríguez, Y. Aguilar, M. Ayala, J. Malagón, & M. Garzón, Los procesos de formalización y el papel de la experiencia en la construcción del conocimiento sobre los fenómenos físicos (págs. 105-127). Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional.

Sandoval, C. (2002). Investigación cualitativa. Bogotá: ARFO.

Stake, R. (1999). Investigación con estudio de caso. Morata.

Kuhn, T. (1982). La Conservación de la Energía como ejemplo de descubrimiento simultáneo. En: La Tensión Esencial. Fondo de cultura económica, México, .pp. 91-128.