



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

**MAESTRÍA EN DOCENCIA PARA LA
EDUCACIÓN MEDIA SUPERIOR**

FACULTAD DE CIENCIAS

**LOS MAPAS MENTALES COMO HERRAMIENTA DE
EVALUACIÓN DEL APRENDIZAJE DEL TEMA FOTOSÍNTESIS EN
LA EDUCACIÓN MEDIA SUPERIOR**

TESIS

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:

**MAESTRA EN DOCENCIA PARA LA
EDUCACIÓN MEDIA SUPERIOR
(BIOLOGÍA)**

PRESENTA:

BRENDA ELIZABETH BRAVO GARCÍA

**DIRECTORA DE TESIS: DRA. PATRICIA GUEVARA FEFER
FACULTAD DE CIENCIAS**



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

*El que quiera sobresalir en su trabajo
ha de elegir el instrumento más conveniente;
piensa que haz de hender la leña floja
y no olvídes para quien escribes.*

-EL DIRECTOR-

Fausto, J. W. Goethe.

Esta tesis se la dedico a mi sobrin@, porque deseo que su vida esté llena de experiencias y aprendizajes que le permitan ser mejor día con día, así como atesorar recuerdos e historias memorables.

A mis padres, porque he seguido al pie de la letra el mejor consejo que me han dado: "Haz lo que más te guste"...espero no haberlo tomado tan literal.

...porque valga cada día...

Agradecimientos

A la Universidad Nacional Autónoma de México por darme la oportunidad de formar parte de una institución comprometida con la formación integral de individuos, por cultivar y alimentar mi espíritu; al Posgrado UNAM y a la Maestría en Docencia para la Educación Media Superior por brindarme un espacio para continuar el desarrollo de mi camino profesional.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por la beca otorgada a lo largo del período que cursé la MADEMS.

Al programa PAEP de la UNAM por el apoyo económico y las facilidades otorgadas para la asistencia a Congresos Internacionales.

A la Facultad de Ciencias de la UNAM por abrirme sus puertas una vez más para dar continuidad a mi formación personal y profesional, y al Colegio de Ciencias y Humanidades plantel Sur.

A la Dra. Patricia Guevara Fefer por la dirección de este trabajo y todo el apoyo brindado.

A la Dra. María Eugenia Alvarado Rodríguez por los consejos siempre honestos y alentadores para reanimarme, orientarme y mejorar este trabajo.

A la M. en Teoría Psicoanalítica Martha Laura Tapia Campos, por los comentarios aportados para el enriquecimiento del escrito.

Al M. en C. Alejandro Martínez Mena por las pláticas interminables, pero siempre reconfortantes para no perder el camino y recobrar las ganas de hacer las cosas mejor.

A la M. en Psicol. Biól. Consuelo Arce Ortiz por el cariño brindado, los consejos y las grandes enseñanzas que me guiaron en la mejora del presente trabajo y que me servirán como docente.

A la M. en C. Cecilia Garduño, por todas las facilidades otorgadas para la realización del presente trabajo, y a los alumnos del Colegio de Ciencias y Humanidades plantel Sur.

A todos los profesores y compañeros MADEMS, porque sus aportaciones me guiaron en una mejor dirección, su compañía hizo este camino más ameno y enriquecedor.

A mis padres y hermana por su guía y apoyo incondicional, al resto de mi familia porque continuemos creciendo en cariño y en recuerdos.

A todos mis amigos: Ariel, Gary, Samy, Rocío, Carlos, Mariana, Lupe, Vicky, Jaciel y los que faltan, por todo lo que hemos pasado, son recuerdos invaluable para mí.

A Botitas, por ser el ejemplo del amor y la amistad incondicional que necesitaba en un momento de gran tristeza, me devolviste la sonrisa.

ÍNDICE

RESUMEN	1
ABSTRACT	2
INTRODUCCIÓN	3
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	6
JUSTIFICACIÓN	7
OBJETIVOS	8
CAPÍTULO 1. LA FOTOSÍNTESIS EN EL CONTEXTO EDUCATIVO	
1.1 La Educación	9
1.2 La enseñanza de la Biología en la Escuela Nacional Colegio de Ciencias y Humanidades (ENCCH)	10
1.3 La enseñanza y aprendizaje de la fotosíntesis	13
<i>1.3.1 Importancia de la fotosíntesis</i>	13
<i>1.3.2 Ubicación del tema en los programas de Biología de la ENCCH</i>	14
<i>1.3.3 Los problemas de enseñanza y aprendizaje de la fotosíntesis</i> ...	16
<i>1.3.4 Las ideas previas de los estudiantes sobre fotosíntesis</i>	18
<i>1.3.5 El uso de diversas estrategias para la enseñanza y aprendizaje de la fotosíntesis</i>	21
CAPÍTULO 2. ¿QUÉ ES EL APRENDIZAJE Y CÓMO SE PUEDE EVALUAR UTILIZANDO LOS MAPAS MENTALES?	
2.1 El aprendizaje	23
<i>2.1.1 Las concepciones de aprendizaje y enseñanza</i>	26
2.2 Los mapas mentales (MM): representaciones gráficas utilizados en la enseñanza, aprendizaje y evaluación	27

2.3 Los MM como herramienta para evaluar el aprendizaje	34
2.4 El uso de los MM en la enseñanza y aprendizaje de diversos temas en diferentes niveles de educación	37
CAPÍTULO 3. EL PROCESO DE LA FOTOSÍNTESIS	
3.1 La fotosíntesis	39
3.1.1 Principales conceptos implicados en la fotosíntesis: luz, pigmentos fotosintéticos y cloroplastos	40
3.1.2 Reacciones dependientes de la luz	42
3.1.3 El ciclo de Calvin-Benson. Las reacciones no dependientes de la luz	46
3.1.4 Variaciones en el proceso de la fotosíntesis: las plantas C ₄ y CAM	49
CAPÍTULO 4. PROPUESTA METODOLÓGICA	
4.1 Fase de planeación y desarrollo	53
4.2 Fase de intervención didáctica	66
4.3 Fase de evaluación	68
CAPÍTULO 5. DESCRIPCIÓN DE RESULTADOS	
5.1 Evaluación diagnóstica	70
5.2 Lo que hoy aprendí sobre fotosíntesis fue...	88
5.3 La fotosíntesis	93
5.4 Prácticas de laboratorio	93
5.5 Mapas mentales	94
CAPÍTULO 6. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	115
CAPÍTULO 7. CONCLUSIONES Y PERSPECTIVAS DEL TRABAJO	119

REFERENCIAS

Bibliografía	120
Bibliohemerografía	121
Cibergrafía	122
Hemerografía	123
Referencias de las notas	128
ANEXO 1	129
ANEXO 2	131
ANEXO 3	133
ANEXO 4	134
ANEXO 5	135

RESUMEN

La fotosíntesis es un proceso vital para el mantenimiento, sobrevivencia y evolución de los sistemas vivos, sin embargo, su enseñanza y aprendizaje ha presentado dificultades debido a diferentes factores como la complejidad del proceso (pues no es visible a simple vista), a las estrategias de enseñanza, los conocimientos previos de los estudiantes, el marco teórico de las fuentes de información, entre otros. En el presente trabajo se diseñó y aplicó una estrategia para la enseñanza del tema a alumnos de educación media superior y se utilizaron los mapas mentales para evaluar su aprendizaje.

Los resultados indican que posterior a la aplicación de la estrategia los alumnos fueron capaces de utilizar e integrar mayor cantidad de conceptos que los que utilizaron en la evaluación diagnóstica, lo cual se reflejó en los mapas mentales que elaboraron de manera individual; sin embargo, dependiendo de cómo los relacionaron con otros conceptos, se pudo evaluar que, referente a la ubicación espacial y temporal del proceso, los estudiantes aún presentaron dificultades en su comprensión.

Los mapas mentales fueron una herramienta de evaluación que permitió conocer cuáles son las principales dificultades de los estudiantes en el aprendizaje de los conceptos, estructuras y reacciones químicas involucradas en la fotosíntesis, sumado a que cada uno seleccionó, organizó y plasmó sus conocimientos.

Así, la fotosíntesis es un tema que presenta obstáculos para que los alumnos logren su comprensión y aprendizaje, debido a que tienen dificultades para abstraer procesos que no pueden observar, por lo que la ubicación espacial de las estructuras involucradas y del proceso, así como la forma correcta en la que ocurre, no fue comprendida por la mayoría.

ABSTRACT

Photosynthesis is a process vital to the maintenance, survival and evolution of living systems, however, teaching and learning has presented difficulty due to various factors such as the complexity of the process (as it is not visible one eye), the teaching strategies, prior knowledge of the students, the theoretical framework of information sources, among others. In this paper it was designed and implemented a strategy for teaching the subject to students in higher education and mind maps used to assess their learning.

The results indicate that following the implementation of the strategy the students were able to use as many concepts than those used in the diagnostic evaluation, which was reflected in the mind maps prepared individually; However, depending on how they related to other concepts, the results relate to the spatial and temporal location of the process are, students still have difficulties in understanding.

Mind maps were an evaluation tool that allowed to know the main difficulties of students in learning the concepts, structures and chemical reactions involved in photosynthesis, together with the fact that each one selected, organized and shaped their knowledge.

Thus, photosynthesis is an issue that presents obstacles for students to reach their understanding and learning, making it difficult for abstract processes that can not be seen, so the spatial location of the structures involved and the process and the correct way in which it occurs, was not understood by most.

INTRODUCCIÓN

La fotosíntesis es el proceso que genera la entrada principal de energía al mundo vivo, por ello es fundamental para los sistemas vivos, la evolución y la diversidad de los ecosistemas; derivada de la misma, los seres humanos pueden obtener bienes, productos y servicios ecosistémicos. En los programas de biología de educación media superior la fotosíntesis está incluido como un tema; sin embargo, su enseñanza y aprendizaje ha presentado dificultades.

En el presente trabajo se diseñó y aplicó una estrategia para la enseñanza y aprendizaje del tema “Fotosíntesis”, en la educación media superior y se utilizaron los mapas mentales para evaluar el aprendizaje de los estudiantes, es decir, el conocimiento y comprensión de conceptos y sus relaciones, para que lo expresaran sin alterar su significado original, así como el dominio, claridad, planificación y creatividad al construir un esquema como el mapa mental.

En el capítulo uno se realiza una breve reseña de la Escuela Nacional Colegio de Ciencias y Humanidades (en adelante ENCCH), donde se realizó el presente trabajo y cuyo objetivo es el desarrollo personal y social de los estudiantes mediante un diverso plan de estudios que incluye asignaturas como Biología.

También se mencionan los problemas de enseñanza y aprendizaje en torno a la fotosíntesis como la organización de las clases por parte de los docentes, las fuentes de información o conocimientos inadecuados para abordar y comprender el tema, lo cual deriva en ideas previas alejadas de las aceptadas científicamente sobre el proceso, las estructuras, los elementos y productos involucrados, así como los sistemas vivos que lo realizan.

Posteriormente se describen algunas estrategias que se han utilizado en las aulas, principalmente en la educación media superior, como el uso de mapas conceptuales y el Aprendizaje Basado en Problemas, y el impacto que éstos tienen en el aprendizaje de los estudiantes.

En el capítulo dos se trata el concepto de aprendizaje, como un proceso que implica la adquisición de conocimientos y la reestructuración de ideas mediante su relación, ligado a su evaluación mediante el uso de mapas mentales, un tipo de representación gráfica que requiere del manejo y organización de las ideas y/o palabras claves acerca de un tema, y que, debido a su construcción y estructuración, permite conocer la comprensión y aprendizaje de los alumnos.

En el capítulo tres se aborda el marco teórico de la fotosíntesis con base en los aprendizajes planteados por la ENCCH, para utilizarlo más adelante en la explicación del proceso, así como de todos los conceptos asociados, durante el trabajo realizado a lo largo de las sesiones con los estudiantes en la intervención didáctica.

En el capítulo cuatro se describe la propuesta metodológica con la cual se trabajó, señalando el diseño de la secuencia, incluyendo las actividades y rúbricas de evaluación, y cómo se llevó a cabo la intervención didáctica, con el objetivo de que los estudiantes logaran los aprendizajes planteados en el programa mediante el listado, jerarquización y organización de las ideas y palabras clave del tema “Fotosíntesis” como parte final de las sesiones para la elaboración de los mapas mentales de forma individual, y la posterior evaluación de cada uno.

En el capítulo cinco se describen los resultados obtenidos con base en la evaluación de cada una de las actividades, se discute acerca del por qué se obtuvieron dichos resultados y, con base en ello, si se alcanzaron los objetivos planteados en el programa de la asignatura.

El capítulo seis, presenta las conclusiones derivadas del trabajo, respecto al aprendizaje de los alumnos y cuáles siguen siendo las implicaciones de la enseñanza y el aprendizaje del tema “Fotosíntesis”, como es el hecho de que los procesos biológicos que suceden en estructuras microscópicas, presentan precisamente dicho obstáculo para que los alumnos entiendan dónde y cómo se realizan, mientras que el concepto, función, productos e importancia de la fotosíntesis, así como los organismos que la realizan, fueron mejor comprendidos.

Finalmente, se menciona la importancia de utilizar una herramienta como el mapa mental, no sólo para la evaluación, sino también para la enseñanza de las ideas principales sobre un tema y para el desarrollo de habilidades de organización y selecciones de las mismas, en los estudiantes. Sumado a lo anterior, se hace hincapié en la necesidad de buscar más formas de solventar las dificultades “microscópicas” que se presentan para la enseñanza tópicos como la fotosíntesis, para promover la comprensión y aprendizaje, abordándolos de forma diferente.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La fotosíntesis es un tema incluido en los programas de biología de la ENCCH, el objetivo de su enseñanza es que los alumnos comprendan que es un proceso necesario para producir biomoléculas que permiten el mantenimiento de los sistemas vivos, además como concepto se asocia a otros conceptos biológicos y su estudio tiene relación con la Biología, Física y Química, con cuestiones ambientales, sociales, políticas y económicas.

La enseñanza del tema es interdisciplinar¹ y responde a un interés educativo, pero la comprensión del proceso de manera integral implica conocer y tener claros una gran cantidad de conceptos desde la luz y cómo se compone, tipos de metabolismo, la célula vegetal, plantas, bacterias, algas, qué son las enzimas, proteínas, transporte de electrones, entre muchos otros.

Debido a lo anterior, la enseñanza y el aprendizaje sobre el concepto y proceso ha presentado dificultades debido a diversos factores que se mencionan a continuación:

- El análisis histórico para conocer los problemas y dificultades conceptuales y metodológicos enfrentados durante el proceso de construcción del concepto, puede aportar pistas sobre las dificultades que también enfrentan los estudiantes, pero por lo general, no se aborda.
- La estructura del campo conceptual del tema es muy cargada
- Aborda conceptos de química, física, biología, los cuales son considerados complejos ya que su definición es deficiente o presenta discrepancias.
- Es un concepto y un proceso abstracto y complejo, ya que se desarrolla de forma imperceptible para alumnos y docentes, lo cual dificulta su enseñanza y aprendizaje.
- Los conocimientos previos de los alumnos sobre la fotosíntesis pocas veces se consideran para diseñar las estrategias de enseñanza y aprendizaje.

¹ Interdisciplinar. Debido a que su estudio, análisis, enseñanza y aprendizaje, abarca aspectos de varias disciplinas, pero en un aspecto puntual (Sánchez Ron, 2016).

- Los conocimientos de los alumnos sobre la naturaleza de los elementos y procesos relacionados suelen ser deficientes lo que les impide profundizar en la comprensión del tema.
- Las estrategias de enseñanza aplicadas por los docentes, así como el tipo de fuentes y materiales utilizados para organizar y desarrollar las clases, no siempre son adecuadas por factores como su formación docente y científica.
- Se registra información excesiva o poco relevante.
- La información aportada por el docente o las fuentes generan las ideas erróneas.

Todos estos factores se asocian con deficiencias en la conceptualización científica o concepciones erróneas sobre la fotosíntesis, tanto en alumnos como en docentes (González *et al.*, 2003; Garnica y Roa, 2012).

JUSTIFICACIÓN

Si la fotosíntesis es un tema que está incluido en los programas de Biología en la educación media superior, debido a su importancia para el mundo vivo, pero presenta dificultades para su enseñanza y aprendizaje, entonces es importante aplicar estrategias de enseñanza que incluyan formas de evaluación individualizadas como los mapas mentales, pues permiten conocer la concepción individual de una persona acerca de un tema ya que se construyen a partir de la representación de ideas, y su asociación, relación, complementación y jerarquización, mediante el uso del flujo natural de las mismas y conforme son rescatadas de los esquemas que los individuos poseen, al mismo tiempo que ellos consideran cuáles deben integrar y cómo deben asociarlas, convirtiéndolo en un bosquejo visual y una referencia del tema para sí mismos.

OBJETIVOS

- Diseño y aplicación de una estrategia para la enseñanza del tema “Fotosíntesis” en la educación media superior.
- Uso de los mapas mentales para la evaluación del aprendizaje de la fotosíntesis en la educación media superior.

CAPÍTULO 1. CONTEXTO EDUCATIVO

1.1 La Educación

La educación es un proceso social que, de acuerdo con la Comisión Económica para América Latina y el Caribe ([CEPAL], 2005, 2014) y el Instituto Nacional de Evaluación de la Educación ([INEE], 2013a), promueve el desarrollo de habilidades, la inclusión social e inserción laboral, mejora las condiciones de vida y las posibilidades de movilidad social de las personas. Asimismo, permite mejorar las condiciones sociales, económicas y culturales de los países, por ello, se le considera un derecho humano fundamental que suscita la libertad y la autonomía personal (CEPAL, 2005).

En cada cultura, la educación persigue fines particulares, por ejemplo, el reflejo de una posición ideológica y una concepción social, la conjugación de saberes universales y comunitarios, la igualdad de oportunidades, la transmisión de saberes y/o valores sociales y culturales; así dependiendo de la cultura se da énfasis a qué deben aprender los alumnos como destrezas cognitivas, habilidades y procedimientos técnicos, saberes fundamentales en la sociedad, valores éticos y morales y/o actitudes sociales (Zabala, 2007).

Sin embargo, diversos autores (López y Tirado, 1994; Dewey, 1995; Barber y Mourshed, 2008; Hunt, 2009) han señalado que la educación ha presentado dificultades, ya que se limita y deja de lado la comprensión, el análisis y la integración de la información y se convierte en algo aislado y/o acumulativo, por lo que los estudiantes difícilmente comprenden la relevancia de lo que aprenden y tampoco se apropian de todas las herramientas de que disponen para su integración y desarrollo en la sociedad, e incluso la importancia de la educación se ve reducida.

Debido a lo anterior, los docentes tienen un papel fundamental, ya que la enseñanza implica que fomenten y posibiliten la construcción del conocimiento y la realidad

social (Cabello, 2003); de esta forma, es necesario que utilicen diversas estrategias y enfoques didácticos que les faciliten comunicar la información deseada sobre los temas a enseñar, de forma estructurada y en un ambiente en el que el lenguaje verbal y corporal sea positivo (Sánchez y Andrade, 2014).

En consecuencia, como menciona Cabello (2003), es de gran importancia la instrucción, selección, entrenamiento, evaluación y retroalimentación continua de los docentes, para que sean capaces de diseñar, desarrollar y evaluar contenidos curriculares, reflexionen sobre sí mismos y sus habilidades con actitud de diálogo y reconozcan el saber de los otros.

1.2 La enseñanza de la Biología en la Escuela Nacional Colegio de Ciencias y Humanidades

Nos encontramos en una sociedad de la información y el conocimiento², por lo tanto, es necesario acceder a éstos (Barber y Moushed, 2008) y darles sentido para manejar las múltiples representaciones culturales (Pozo, 2006), entre ellas, las científicas.

La ciencia³ permite a los individuos la adquisición de conocimientos y herramientas sociales, el desarrollo de habilidades de observación, análisis, comunicación y abstracción, la capacidad de tomar decisiones mejor informadas para participar en la sociedad, así como su relación con las humanidades (Carretero, 1997; Nieda y

² La sociedad de la información y el conocimiento son conceptos diferentes, pero están estrechamente vinculados. Como menciona Balderas (2009) la sociedad de la información es aquella en la cual la información se genera y se transmite mediante la utilización y aprovechamiento de las tecnologías de la información, mientras que la sociedad del conocimiento surge como resultado de la primera, ya que la forma en que la información es aprendida y analizada, se le asigna un valor, se convierte en conocimiento, convirtiéndolo en la materia prima de la productividad para su uso y potencialización.

³ La idea de qué es ciencia, se retoma de lo expuesto por León Olivé: Constituye una parte de la realidad social y consiste en un complejo de actividades, de creencias, de saberes, de valores y normas, de costumbres, de instituciones, etc., todo lo cual permite que se produzcan ciertos resultados que suelen plasmarse en las teorías científicas, en modelos, y en otros productos que contienen los llamados conocimientos científicos, así como otros saberes que se usan para transformar el mundo.

Macedo, 2003). Debido a lo anterior, es de gran relevancia su enseñanza y aprendizaje.

En México, en la Educación Media Superior (en adelante EMS) se han incluido asignaturas de corte científico, una de las instituciones que pertenecen a dicho nivel educativo es la Escuela Nacional Colegio de Ciencias y Humanidades (en adelante ENCCH), la cual forma parte de los subsistemas de EMS de la Universidad Nacional Autónoma de México (en adelante UNAM).

La ENCCH fue creada en 1971, bajo la premisa de ser un sistema educativo innovador en la enseñanza de la UNAM y del país, así como para hacer frente a la creciente demanda de la EMS (Colegio de Ciencias y Humanidades, [CCH], 2013). El Dr. Pablo González Casanova, rector de la UNAM de 1969 a 1972, fue el principal promotor y creador de la entidad, mientras que el Dr. Guillermo Soberón fue el ejecutor de las ideas del Dr. Casanova.

El objetivo de la ENCCH es la formación de alumnos en una cultura básica para que sean actores de su formación y obtengan las bases para cursar estudios superiores con ética y valores (CCH, 1996a), su finalidad es individual y social, es decir, está orientada al desarrollo armónico de los alumnos para el mejoramiento de la sociedad en la que se desenvuelve.

Los estudiantes deben asumirse como individuos con cultura, conocimiento científico y valores, con habilidades que les permitirán poner en práctica lo aprendido, así como la realización de actividades prácticas como leer todo tipo de textos, escribir y expresar sus ideas o manipular un dispositivo de laboratorio. También desarrollará valores humanos cívicos y éticos para desenvolverse como persona dentro de la sociedad (CCH, 2013).

La enseñanza de la ciencia en la ENCCH articula los objetivos planteados para la formación de los estudiantes; por ello, dentro del plan de estudios se encuentra el Área de Ciencias Experimentales (en adelante ACE). La entidad considera que el desarrollo de la ciencia ocurre al mismo tiempo que interactúa con otras disciplinas

lo que permite explicar de manera integral los fenómenos de la naturaleza, que forma parte de la cultura y la vida cotidiana y capacita a los individuos para participar responsablemente en la sociedad; por ello, es necesario un conocimiento básico sobre ciencia, sus alcances y límites, procedimientos e implicaciones prácticas y sociales (CCH, 1996a).

Dentro del ACE se incluye la asignatura de Biología y el objetivo de su enseñanza es que el alumno aprenda a “*generar mejores explicaciones acerca de los sistemas vivos, mediante la integración de los conceptos, los principios, las habilidades, las actitudes y los valores desarrollados en la construcción, reconstrucción y valoración de conceptos biológicos fundamentales*” (CCH, 1996a).

La enseñanza de la Biología se basa en dos enfoques (CCH, 1996b) para generar un mejor aprendizaje de los contenidos de cada programa, a continuación, se destacarán los puntos más relevantes para la enseñanza de la fotosíntesis, puesto que es el tema que atañe a este trabajo:

1. Enfoque disciplinario. Dentro de los ejes que lo conforman destaca el *pensamiento evolucionista* para integrar y unificar el conocimiento explicando el origen, complejidad y los procesos; las *propiedades de los sistemas vivos*, para explicar sus características, procesos y mecanismos, considerándolos como sistemas complejos que funcionan como una unidad, que tienen un ordenamiento jerárquico, poseen características emergentes y principios que los unifican.

2. Enfoque didáctico. Las estrategias de enseñanza deben promover la construcción del conocimiento de los alumnos y que asocien lo aprendido con sus conocimientos previos y en la planeación de la enseñanza se deben tomar en cuenta sus características, antecedentes académicos, concepciones e ideas para que el docente vincule y ajuste los contenidos. Las actividades en clase deben motivar y promover el aprendizaje, relación e integración de la información de los estudiantes, para reorganizar sus esquemas de conocimientos.

1.3 La enseñanza y aprendizaje de la fotosíntesis

La fotosíntesis es un concepto base para otros como el de ecosistema y ambiente, también se asocia con algunos como célula, planta, respiración, nutrición, entre otros; además, su marco teórico tiene relación con la Biología, la Química y la Física, incluso con lo económico y político en términos de la producción de energía para los países (biocombustible, producción de alimentos), sumado a que de este proceso depende parte de la vida en el planeta.

1.3.1 Importancia de la fotosíntesis

El proceso fotosintético es de gran importancia para el mantenimiento de los organismos fotoautótrofos, además es responsable de la producción de toda la materia orgánica, la cual comprende los alimentos que consumimos todos los animales, los combustibles fósiles (petróleo, gas, gasolina, carbón); así como la leña, madera, pulpa para papel, e inclusive la materia prima para la fabricación de fibras sintéticas, plásticos, poliéster, entre otros (Hernández Balanzar, 2008).

Por ejemplo, en los océanos el fitoplancton, conformado por algas y bacterias fotosintéticas, son consumidas por algunos animales a los cuales aportan el carbono necesario para formar sus conchas; cuando el animal muere, las conchas se asientan en el fondo, se comprimen y con el paso del tiempo se transforman en caliza. En otros casos, la materia orgánica forma depósitos de carbono y se transforma en combustibles fósiles, como el petróleo (Hernández Balanzar, 2008).

En el caso particular de los árboles, una vez que el dióxido de carbono atmosférico es incorporado mediante la fotosíntesis, principalmente como glucosa, es transportada y se utiliza en la construcción de todas las estructuras necesarias para desarrollarse: el follaje, las ramas, las flores, los frutos y el tronco, éstos a su vez aportan materia orgánica al suelo y permiten la continuidad de los ciclos biogeoquímicos. Además, los troncos al ir incrementando su diámetro y altura, alcanzarán un tamaño adecuado para su aprovechamiento como madera y sus derivados (Ordoñez Díaz, 2008).

La síntesis de una molécula de glucosa y seis de O₂, involucra la absorción de seis moléculas de CO₂ y seis de H₂O por las plantas, por lo tanto, si se consideran bosques, selvas o desiertos enteros, la fotosíntesis es uno de los procesos que contribuye a disminuir la cantidad de dióxido de carbono en la atmósfera, en consecuencia, mantener la vegetación de los ecosistemas es una medida en el combate al calentamiento global (Murray Tortarolo y Murray Pristant, 2012).

La fotosíntesis ha sido un factor determinante en la extinción, especiación y evolución de la vida en el planeta al ser un proceso mediante el cual se libera oxígeno. Los seres humanos utilizamos diferentes bienes y productos, además de que disfrutamos de diferentes servicios ecosistémicos generados como resultado del proceso (Hernández Balanzar, 2008 Ordoñez Díaz, 2008; Murray Tortarolo y Murray Pristant, 2012).

Así, el proceso fotosintético tiene implicaciones en lo biológico, ecológico, social y económico, y es importante tener un conocimiento básico acerca de su influencia en el mundo vivo y las repercusiones que para los seres humanos tiene. Por ello, existe interés en la enseñanza y aprendizaje del tema, y puede abordarse de manera interdisciplinar y nos lleva a una mejor comprensión de todos los organismos que lo realizan, de las interacciones que existen y de la transformación de la energía.

1.3.1 Ubicación del tema en los programas de Biología de la ENCCH

En los programas de estudios de Biología I y III de la ENCCH, está incluido el tema fotosíntesis. Dependiendo del semestre en que se trata, se busca que los alumnos logren aprendizajes (u objetivos) que son diferentes pero complementarios.

En el tercer semestre se cursa Biología I, la enseñanza de la fotosíntesis busca que los alumnos expliquen sus aspectos generales y su relación con los componentes de la membrana, que comprendan que es un proceso que requieren los sistemas vivos para mantenerse y les permite transformar energía.

En Biología III, el alumno debe identificar que la fotosíntesis ha sido un factor que ha generado diversidad de los sistemas vivos y comprender que la fotosíntesis es un proceso que permite la síntesis de biomoléculas en los sistemas vivos.

En el Cuadro 1.1 se presentan los aprendizajes esperados sobre el tema, en las respectivas asignaturas.

Cuadro 1.1

Aprendizajes de la fotosíntesis por asignatura, unidad y tema de acuerdo a los programas de biología del CCH

Asignatura	Biología I	Biología III
Semestre	Tercero	Sexto
Unidad	Segunda. ¿Cómo se lleva a cabo la regulación, conservación y reproducción de los sistemas vivos?	Primera. ¿Cómo se explica la diversidad de los sistemas vivos a través del metabolismo?
Tema	II. Procesos de conservación.	II. Diversidad de los sistemas vivos y metabolismo.
Subtema	<ul style="list-style-type: none"> ● Fotosíntesis: Aspectos generales de la fase luminosa, la fase oscura e importancia 	<ul style="list-style-type: none"> ●Quimioautótrofos, fotoautótrofos y heterótrofos. ●Anabolismo: fotosíntesis y síntesis de Proteínas.
Aprendizajes El alumno:	<ul style="list-style-type: none"> - Explica los aspectos generales de la fotosíntesis y su relación con los componentes de la membrana. - Comprende que los sistemas vivos se mantienen vivos gracias a su capacidad de transformar energía. - Comprende que es un proceso que requiere un sistema vivo para que un sistema pueda mantenerse vivo y perpetuarse. 	<ul style="list-style-type: none"> - Identifica que la fotosíntesis ha sido un factor que ha generado diversidad de los sistemas vivos. - Comprende que la fotosíntesis es un proceso que permite la síntesis de biomoléculas en los sistemas vivos.

Nota: La información que se incluye en la tabla, fue tomada de los programas de Biología I y III de la ENCCH (CCH, 1996b).

La ubicación de la asignatura y del tema, implica que los estudiantes ya han cursado Química, Física y Biología, lo que significa que han visto temas como la conservación y transformación de la energía, ondas y partículas, ondas electromagnéticas, reacción química, compuestos orgánicos e inorgánicos, componentes celulares y de la membrana y metabolismo. Todo ello en conjunto son

las bases conceptuales necesarias para comprender el concepto y el proceso de fotosíntesis.

1.3.2 Los problemas de enseñanza y aprendizaje de la fotosíntesis

La enseñanza y aprendizaje de la fotosíntesis ha presentado problemas debido a diferentes factores, y a continuación se mencionan los más relevantes.

El tipo de enseñanza y la experiencia de los docentes influye en el conocimiento y comprensión que los alumnos tienen de la fotosíntesis, como lo indica un estudio realizado por Garnica y Roa (2012), ya que el conocimiento que adquieren los docentes como estudiantes y profesionales, es la base para la mayoría de las decisiones que toman en el aula.

Garnica y Roa (2012) también mencionan que pocos docentes conocen el proceso cognitivo de los estudiantes en el aprendizaje o no contextualizan el proceso de construcción del concepto históricamente; sólo algunos consideran las ideas previas de los alumnos y los llevan a representar conceptos abstractos que desconocen, por lo que el enfoque es la memorización y las formas de evaluación son diferentes a las establecidas en los programas.

González et al. (2003) mencionan que otro factor es que los libros de texto son la referencia básica de la programación y organización de las clases para la mayoría de los docentes. En estos, los contenidos conceptuales sobre fotosíntesis son extensos pero deficientes, ya que se excluyen las funciones específicas del agua, el CO₂ y las sales minerales, las reacciones químicas, el papel de la fotosíntesis en el ciclo biogeoquímico del H₂O y las falsas concepciones (creadas por las creencias populares), como la peligrosidad de dormir en una habitación con plantas.

Contrario a lo expuesto en el párrafo anterior, conceptos como la relación autótrofos/heterótrofos y productores/fotosíntesis, la importancia de la fotosíntesis para otros niveles tróficos (la entrada de energía en la Biosfera y como forma de obtención de materia orgánica) son priorizados. Todo esto limita la visión del tema,

pues imposibilita su conceptualización adecuada y su conexión con el nivel celular y ecosistémico, así como la adquisición de una visión globalizada y sintética.

Otro factor es que la formación científica de los docentes respecto a los conceptos de fotosíntesis y respiración puede ser escasa debido al poco número de horas dedicado a la Biología en los planes de estudio de la formación docente (en el caso de quienes no tienen una formación profesional en Biología); las condiciones de trabajo y preparación didáctica poco favorables, los inadecuados planteamientos curriculares, información y terminología científica e influencias negativas del contexto sociocultural cotidiano, son elementos que también se suman (Charrier et al., 2006).

Otra cuestión es que los docentes de Biología llevan a cabo un proceso de enseñanza de transmisión-recepción debido a las clases expositivas, a las evaluaciones esencialmente reproductivas, a la ejecución de los programas de manera secuenciada con información creciente y a la ausencia del análisis de los objetivos finales para establecer las conductas que llevan a los alumnos al logro del aprendizaje significativo (Briceño, 2012).

Con respecto a los alumnos, las dificultades que presentan para comprender el concepto y el tema de la fotosíntesis pueden ser cognitivos o de enseñanza, como lo plantean Eisen y Stavy (1992).

Entre los cognitivos están la presencia de conceptos previos incorrectos que influyen en el aprendizaje de ideas científicas; la dificultad para concebir a los sistemas vivos como entidades químicas y describir los fenómenos biológicos en términos químicos, además de considerar a las plantas como seres dependientes del hombre dada su creencia de que el humano controla el ambiente, lo cual obstaculiza su entendimiento de la alimentación autótrofa.

Los problemas de instrucción se deben a conocimientos inadecuados de química y física básica; también poseen conocimientos biológicos inadecuados, por ejemplo, sus preconcepciones sobre la respiración son erróneas por lo que al integrar nuevo

conocimiento se crea una visión propia del mundo que difiere de la visión científica aceptada.

1.3.3 Las ideas previas de los estudiantes sobre fotosíntesis

El aprendizaje de los estudiantes también es obstaculizado debido a las ideas previas⁴ que tienen acerca de la fotosíntesis, es decir, de los conceptos, estructuras o procesos relacionados.

Actualmente se sabe que en el proceso de enseñanza y aprendizaje, las ideas previas de los estudiantes son uno de los factores que más influye en sus logros (Campanario y Otero, 2000), razón por la cual, la investigación educativa de educación en ciencia hace hincapié en tomarlas en cuenta para conocer las dificultades que enfrentan los alumnos para comprender los contenidos.

A las ideas previas también se les han asignado otros términos como preconcepciones, ideas intuitivas o ciencia de los niños, errores conceptuales o *misconceptions* y concepciones alternativas⁵. Bello (2004) describe que son construcciones personales que los individuos utilizan para responder e interpretar fenómenos naturales o conceptos científicos, y para brindar explicaciones,

⁴ Las concepciones que los individuos poseen acerca de los conocimientos científicos han recibido diferentes denominaciones, en el presente trabajo se utilizó el término “ideas previas” ya que es uno de los más generalizados y no posee una connotación negativa.

⁵ Cada una de las formas en las que se han denominado las concepciones que poseen los individuos sobre los conocimientos científicos tienen un significado particular, que a continuación se describen brevemente, de acuerdo con Bello (2004):

-Preconcepciones: Son aquellos constructos previos que el individuo tiene sobre un tema antes de recibir una intervención escolar, ya que surgen de su interacción con el medio; suelen ser científicamente incorrectas, con un nivel de abstracción limitado y una mínima estructura teórica, aunque eficaces para cada uno y sus explicaciones.

-Ideas intuitivas o Ciencia de los niños. Constituyen un esquema conceptual que da coherencia al mundo que rodea a cada individuo, con amplio poder explicativo que, en general, es incongruente con los conceptos establecidos y muy resistente al cambio, por lo que influye en el aprendizaje.

-Errores conceptuales o *misconceptions*. Son ideas erróneas persistentes que obstaculizan la comprensión de un concepto o su integración en una estructura conceptual, resultado de una intervención escolar o no.

-Concepciones o marcos alternativos. Son las concepciones personales que tiene significado y utilidad para que el sujeto interprete ciertos procesos o fenómenos, pero que pueden ser limitadas.

descripciones o predicciones, aunque Campanario y Otero (2000) mencionan que pueden ser científicamente incorrectas.

Pintó et al. (1996), sostienen que las ideas previas tienen diferentes propiedades: coherencia, universalidad, persistencia y consistencia. Son coherentes debido a que no son contradictorias y son tan estables que resisten el cambio. Presentan cierto grado de universalidad ya que son parecidas entre estudiantes de diferentes culturas, aunque siempre intervienen el contexto social y cultural. Son persistentes dado que permanecen por largos periodos de tiempo, aunque se haya generado una intervención educativa para facilitar su transformación. Su consistencia radica en que son utilizadas en contextos diferentes, pero científicamente equivalentes.

Gallegos (1998), en contraste con Pintó et al. (1996), menciona que las ideas previas son contradictorias ya que presentan diferencias debidas al contexto sociocultural; asimismo, son predicciones generadas por las interpretaciones formuladas de los fenómenos que observan los sujetos y la información que reciben, y son implícitas y similares a las ideas que se encuentran en la historia de la ciencia.

Así, el conocimiento que se genera por las ideas previas proviene de una fuente científica adquirida en la instrucción escolar, y de otra social o cotidiana (Gangliardi y Giordan, 1986). Ambas fuentes pueden, sin embargo, derivar en la formulación de concepciones alejadas de los conceptos aceptados científicamente.

La construcción de las ideas previas se relaciona con la interpretación de fenómenos naturales y conceptos científicos para explicar, describir y predecir, lo que las convierte en un mecanismo de validación que los sujetos utilizan comúnmente, por lo cual, es importante conocer las que existen acerca de los conceptos científicos, para establecer estrategias de enseñanza (Pintó et al., 1996).

A continuación, se mencionan una serie de investigaciones que se realizaron para conocer las ideas y conocimientos previos de estudiantes de diferentes niveles escolares sobre la fotosíntesis.

Austidillo y Gene (1984) encontraron que los alumnos no consideran a la clorofila, la luz y a las sales minerales necesarias para que se lleve a cabo el proceso, ni al O_2 , los carbohidratos y el ATP como productos resultantes; el agua y el CO_2 son considerados con una función errónea, creen que la fotosíntesis es equivalente a la respiración en animales; además, que las plantas no respiran mientras realizan la fotosíntesis o que sólo fotosintetizan de día y por la noche respiran.

Es un estudio realizado con alumnos de bachillerato por Rosas (2000), se halló que no conocen que las algas y las bacterias también son organismos fotoautotróficos; tampoco lo que ocurre en las dos fases de la fotosíntesis; no plantean conceptos como fotólisis, fotosistemas, ATP, NADPH, ion hidrógeno y célula vegetal; creen que las plantas llevan a cabo la fotosíntesis sólo durante el día, y que las clorofilas son los únicos pigmentos.

Charrier et al. (2006) determinaron que gran parte de los estudiantes consideran que las plantas obtienen su alimento del suelo por medio de las raíces; su concepto de fotosíntesis no se relaciona con el concepto escolar, pues consideran que las plantas realizan este proceso para crecer o vivir. Desconocen la función de la hoja o creen que son para captar el agua de lluvia o recibir alimentos, tampoco mencionan la clorofila, desconocen su función o le atribuyen otras (color de las hojas, alimento, forma glucosa o almidón).

Otros resultados arrojados por la investigación de Charrier et al. (2006) son que los alumnos piensan que los gases necesarios para que se lleve a cabo el proceso son absorbidos por las raíces y los tallos, no por las hojas; confunden el papel del CO_2 y del O_2 , al igual que la fotosíntesis con la respiración. Sumado a lo anterior, creen que las plantas consumen oxígeno y es inadecuado dormir con ellas; que sólo fotosintetizan en el día y respiran de noche, y desconocen que necesitan luz o su importancia o que se transforma en energía química.

También se ha encontrado que los alumnos de bachillerato, desconocen los elementos necesarios para dar inicio a la fotosíntesis y los productos resultantes (Beltrán, 2009). Tampoco conocen qué son los pigmentos fotosintéticos y su

participación, los elementos abióticos necesarios para la fotosíntesis y la relación fotosíntesis-respiración (Márquez, 2014) o entienden que la fotosíntesis es la respiración de las plantas (Amir y Tamir, 1994).

Algunos de los errores mencionados evidencian que los alumnos no tienen la información ni los conceptos adecuados para comprender el tema (como factores bióticos y abióticos, anabolismo y catabolismo), posiblemente, porque no recuerdan el tema o no poseen el aprendizaje de niveles anteriores de educación y tampoco tienen las habilidades para manejar equipo de laboratorio (Márquez; Padilla, 2014).

Modificar estas ideas es un proceso gradual que a la larga permite un mejor aprendizaje. Se debe considerar que no es un hecho aislado, ya que influye el contexto en el que se desenvuelven los estudiantes, por lo cual, es importante conocerlas para encontrar formas de hacerlas conscientes y modificarlas.

1.3.5 El uso de diversas estrategias para la enseñanza y aprendizaje de la "Fotosíntesis"

Los conceptos en Biología referentes a espacio o procesos, como la fotosíntesis, se realizan en estructuras o están implicadas estructuras que no son visibles, lo que hace que las representaciones visuales de la información sean difíciles de realizar y por tanto, puede ser un obstáculo para su aprendizaje. Por ello se han utilizado diversas estrategias para su enseñanza y aprendizaje, algunas de las cuales se mencionan a continuación.

A través de pruebas de elección múltiple, verdadero/falso, ordenamiento de sucesos, lectura de textos (Rosas, 2000) y realización de mapas conceptuales (Rosas, 2000; Monroy, 2012), los alumnos, en general, muestran un cambio en sus concepciones respecto al tema.

El uso de un rompecabezas de los fotosistemas y la esquematización del proceso por parte de los alumnos, facilita el aprendizaje y la mejor comprensión del proceso, su importancia y relación con otras rutas metabólicas de los seres vivos (Beltrán, 2009).

El uso de los mapas conceptuales y mentales permite a los alumnos identificar y jerarquizar los conceptos de la fotosíntesis, sin embargo, la comprensión de las funciones de algunos elementos como los pigmentos o el ciclo de Calvin-Benson, y la función de la glucosa y el ATP sigue siendo limitada (Márquez, 2014).

También el uso de sensores de CO_2 y O_2 , para medir su desprendimiento de las plantas, incrementa el dominio de conceptos como fotosíntesis, respiración, factores bióticos y abióticos, anabolismo y catabolismo, transformación de energía, así como CO_2 y O_2 (Padilla, 2014).

Pérez Urria (2010) propone el uso de Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) y el estudio de casos relacionados con el calentamiento global asociado a la emisión de gases a la atmósfera y el efecto invernadero, dentro del contexto de los problemas ambientales actuales, la realidad profesional, científica y social, para que mediante la investigación se favorezca el aprendizaje de conceptos y procesos involucrados en la fotosíntesis.

CAPÍTULO 2. ¿QUÉ ES EL APRENDIZAJE Y CÓMO SE PUEDE EVALUAR UTILIZANDO LOS MAPAS MENTALES?

2.1 El aprendizaje

El aprendizaje es un proceso que se ha abordado desde diferentes enfoques, los cuales permiten establecer mejores explicaciones al respecto y complementan nuestro entendimiento sobre su naturaleza. El proceso de aprendizaje implica la adquisición e invariablemente está influido y ligado a el contenido, el ambiente de aprendizaje, el alumno y el docente.

Las teorías sobre desarrollo humano de Piaget y Vigotsky, así como los aportes de Bruner y Ausubel, son algunos de los enfoques que han generado tres paradigmas que fundamentan y describen qué es y cómo se lleva a cabo el proceso de aprendizaje, de acuerdo con Beltrán Llera (1999) son:

- El aprendizaje como adquisición de respuestas.
- El aprendizaje como adquisición de conocimiento.
- El aprendizaje como construcción de significado.

Con base en las anteriores, en el presente trabajo se consideran solamente las dos últimas, ya que son las que tienen mayor influencia en la actualidad para describir qué es el aprendizaje.

El aprendizaje como adquisición de conocimiento.

Según esta interpretación, el estudiante adquiere conocimientos mediante la transmisión de la información apropiada (establecida en el currículo) por parte del profesor, quien propone lecciones y evalúa qué sabe el alumno. Sin embargo, no se

plantea que el individuo sea consciente o tenga control sobre el proceso de aprendizaje a pesar de que se involucra (Beltrán Llera, 1999).

El aprendizaje como construcción de significado

Las ciencias cognitivas (las teorías de la inteligencia artificial, las neurociencias, la lingüística chomskiana, la antropología cultural, la filosofía y la psicología) surgieron alrededor de los años cincuenta con el objetivo de estudiar el aprendizaje como proceso de transformación y en oposición al conductismo (Cárdenas, 2004).

El aprendizaje como construcción de significado, es “activo, cognitivo, constructivo, significativo, mediado y auto-regulado” (Beltrán Llera, 1999, p. 101), es decir, el estudiante es autónomo y auto-regulado, conoce sus procesos cognitivos dando como resultado, el control de su aprendizaje; además, utiliza su experiencia e ideas previas para comprender y moldear los nuevos conocimientos, mientras que el docente es un apoyo y comparte en lugar de sólo transmitir.

Beltrán Llera (1999, p.101) indica que la “organización, interpretación o comprensión del material informativo” son los principales procesos del aprendizaje y dan como resultado la interpretación o transformación de los contenidos informativos, para construir significados y darles sentido.

De los diferentes enfoques sobre el aprendizaje, para Jean Piaget y David Ausubel, el aprendizaje es el reflejo de un cambio interno en el aprendiz, mientras que Vigotsky, enfatiza la importancia del entorno social.

Para Piaget es un fenómeno adaptativo del organismo humano al medio y se manifiesta como una sucesión de estructuras de conocimiento (inteligencia sensoriomotriz y conceptual) mediante asimilación y acomodación, lo que modifica los esquemas de acción de la persona (Cárdenas, 2004). La asimilación significa ajustar la realidad externa a la estructura cognitiva existente y la acomodación consiste en cambiar dichas estructuras para que sean congruentes con la realidad; son procesos complementarios ya que “mientras la realidad se asimila, las estructuras se acomodan” (Schunk, 2012).

Para resolver un conflicto cognitivo, se utiliza el equilibrio, que surge cuando las creencias de la persona no coinciden con la realidad (Schunk, 2012), en consecuencia, ocurre el aprendizaje como resultado de la construcción o modificación de las estructuras internas; es decir, en función del desarrollo de los procesos mentales, de la maduración y la experiencia, de forma espontánea y continua.

En la teoría del aprendizaje significativo de Ausubel, destaca que debe existir un vínculo entre el nuevo material de aprendizaje y los conocimientos previos de la persona, la asimilación en su estructura cognitiva se da gracias a que posee una estructura interna y psicológica, así como una actitud favorable para aprender (Gómez y Coll, 1994). El estudiante incorpora lo aprendido al conocimiento que ya posee y lo transforma en un nuevo conocimiento, lo que aumenta su capacidad para aplicarlo a nuevas situaciones.

Ausubel también indica que el conocimiento se organiza en estructuras jerárquicas, en las cuales, los conceptos menos generales se incluyen en conceptos más generales de niveles superiores, de manera que la estructura cognitiva proporciona un andamiaje que favorece el procesamiento y la interpretación del conocimiento (Ríos, 1999).

Leo Vigotsky consideró los elementos socio-culturales y su interacción como fundamentales en el aprendizaje. De la teoría de Vigotsky, destaca que la aparición y génesis de los procesos psicológicos superiores (comunicación, lenguaje y razonamiento) en el desarrollo cultural del niño, inician en un contexto social y después se internalizan, es decir, que toda función aparece en una escala social o interpsicológica, y posteriormente a escala individual o intrapsicológica (Chadwick, 2001).

Las herramientas culturales como los símbolos y los signos, que son enseñados por los adultos, son internalizados y sirven como mediadores de los procesos superiores del humano (Schunk, 2012).

Otra de las aportaciones de Vigotsky es el concepto de *zona de desarrollo próximo*, el cual hace referencia a la distancia entre el nivel real de desarrollo, determinado por la capacidad de resolver independientemente un problema, y el nivel de desarrollo potencial, determinado por la resolución de un problema con la guía o colaboración de alguien más capaz (Chadwick, 2001; Cárdenas, 2004), en otras palabras, significa lo que uno puede hacer sin y con apoyo de otro.

Es así que las experiencias y el pensamiento son necesarios para el proceso de aprendizaje, sólo es posible comprender la primera gracias a que disponemos de esquemas, conceptos y representaciones mentales que nos dan la posibilidad de organizarla, mientras adquirimos y perfeccionamos nuestras habilidades y conocimientos.

2.1.1 Las concepciones de aprendizaje y enseñanza.

El aprendizaje es un proceso mediante el cual se adquieren y/o modifican los conocimientos que un individuo posee, es decir, sus ideas y habilidades, debido a la interacción con su entorno social y cultural gracias a la observación, razonamiento y organización. En consecuencia, una persona le atribuye significado y valor a los conocimientos, además, puede utilizarlo en diferentes contextos, representarlo y comunicarlo a otros debido a la reestructuración y a que es capaz de ligar el nuevo contenido del aprendizaje con el que ya posee.

Para que el alumno aprenda se le debe proporcionar ayuda específica, a través de la participación en actividades intencionales, planificadas y sistemáticas para propiciar su aprendizaje. La enseñanza es un proceso que ayuda a la construcción de significados que llevan a cabo los alumnos, en los marcos sociales y culturales respectivos, a través de la orientación y guía de los procesos de organización, interpretación y comprensión de los conocimientos.

2.2 Los mapas mentales: representaciones gráficas utilizados en la enseñanza, aprendizaje y evaluación

La comunicación humana a través de representaciones gráficas ha existido desde la antigüedad, sin embargo, actualmente, los mensajes visuales tienen gran relevancia, ya que podemos expresar y obtener información mediante éstos. Debido a que permiten tener una mejor retención y comprensión de lo aprendido, son utilizados en el campo educativo.

El uso de las representaciones gráficas en la enseñanza inició con el cuadro sinóptico, aunque presentó algunas limitaciones dado que generalmente es una lista de conceptos ordenados de manera vertical (Campos, 2005). Posteriormente, en 1972, Joseph Novak propuso el mapa conceptual como una herramienta para favorecer el aprendizaje (Novak y Cañas, 2008, parr. 5), mientras que Tony Buzan lo hizo como una representación del conocimiento utilizando ambos lados del cerebro (Buzan, 2013).

Las representaciones gráficas son modelos mentales –ideas, opiniones, conceptos, pensamientos– que poseemos los individuos y que conforman una base de conocimiento en la memoria, con información que puede ser procesada y representada; además “permiten presentar significados, aspectos destacables y la estructura interna de un contenido” (Campos, 2005, p. 16), de manera que la visualización de los modelos mentales, va más allá de la simple percepción, ya que se relaciona con el conocimiento también.

Sumado a lo anterior, las representaciones gráficas son formas de “trabajar con ideas, clarificar el pensamiento, organizar, presentar y priorizar información, establecer relaciones e interdependencia, integrar conocimientos e identificar errores” (Campos, 2005, p. 17).

Debido a que actualmente se busca que los estudiantes participen con mayor consciencia y más activamente en su aprendizaje, las representaciones gráficas han tomado relevancia en el proceso de enseñanza-aprendizaje, ya que permiten a los

alumnos construir o adquirir significados y conocimiento (aprendizaje cognoscitivista) o relacionar sus conocimientos previos con los nuevos y al planificar, analizar y evaluar el proceso y expresión visual de la representación que han elaborado (constructivismo).

Además, los estudiantes utilizan diferentes tipos de conocimientos ya que establecen los conceptos que deben integrar (conocimiento declarativo), por qué se interrelacionan así (conocimiento estructural) y cómo lo elaborarán (conocimiento procedimental) (Rumelhart y Ortony, 1977; Jonassen, 1996; López, 2002).

En consecuencia, las representaciones gráficas de los modelos mentales que realicen los estudiantes, deben tener ciertas características que cita Campos (2005):

- Completo, debe contener todos los elementos correspondientes.
- Conciso.
- Coherente, que la representación tenga sentido.
- Concreto.
- Conceptual y significativo.
- Correcto, en los elementos y sus relaciones.
- Considerado, con vocabulario y organización adecuados.

Dentro de las representaciones gráficas, los mapas mentales (en adelante MM) son un tipo ampliamente utilizado en la educación. Los MM son una representación de cómo el cerebro procesa la información, mediante colores, lógica, ritmo visual, imágenes y palabras clave de un tema, haciendo explícito cómo se relacionan entre sí (Ramírez, 2006). Ello se debe a que es posible dosificar, captar, entender, procesar y visualizar la información como parte de un todo y no de manera aislada, al interconectar las ideas, previo a su análisis y síntesis.

Los MM fueron propuestos por Tony Buzan en 1974, como respuesta a la inquietud que le generaba el funcionamiento del cerebro y cómo usarlo, dada la gran cantidad de información disponible y el poco tiempo para trabajarla, pues consideró que era necesario un cambio hacia una forma de aprender más creativa, estimulante y

motivadora, en la que se combinaran varias habilidades para permitir al cerebro funcionar con mayor eficacia.

Su base teórica es el pensamiento irradiante, es decir, la forma en la que el cerebro procesa la información al asociar las ideas con pensamientos, imágenes, recuerdos, objetos y sentimientos de forma libre e ilimitada, y cada uno de los elementos anteriores representa por sí mismo un abanico de irradiación que atrae sus propias ideas o códigos (Ramírez, 2006; Ontoria et al., 2008; Buzan, 2013).

Buzan (2013, p. 22) define los MM como un “método de análisis que permite organizar con facilidad los pensamientos y utilizar al máximo las capacidades mentales”, ya que permiten “gestionar el flujo de información entre el cerebro y el exterior”, al ser instrumentos que hacen posible “planificar los pensamientos en sintonía con los procesos naturales del cerebro”.

Ontoria et al. (2008, p. 40) los definen como una “manera de representar las ideas relacionadas con símbolos”, como un sistema organizado, ya que son una representación gráfica que integra el uso de los dos hemisferios cerebrales posibilitando al individuo una mayor capacidad de comprensión, aprendizaje y memorización.

Debido a que deriva de un proceso integral y global del aprendizaje, “facilita la unificación, diversificación e integración de conceptos para analizarlos y sintetizarlos en una estructura creciente y organizada” (Ontoria et al., 2008, p. 40), elaborada con imágenes, colores, palabras y símbolos.

Madrid y Nájera (2010, p. 65) los describen como:

...una técnica que facilita la construcción de un aprendizaje significativo y autónomo, que permite organizar e integrar la información a través de una serie de relaciones cognitivas que, interiorizadas por el individuo, le van a permitir reorganizar la información y, a partir de ella, hacer inferencias y establecer nuevas relaciones entre diferentes contenidos, facilitando el proceso de aprendizaje, conociendo y autorregulando sus propios procesos cognitivos...

Los MM brindan una visión global de la información para agruparla en un esquema sencillo que permite “organizar eventos y pensamientos desde su origen respetando el funcionamiento natural del cerebro” (Buzan, 2013, p. 25). Por ello, facilitan aprender, organizar, almacenar, recordar, memorizar, planificar y comunicar la información que poseemos, ya que está estrechamente vinculada a otras unidades de contenido y se asocia automáticamente.

Su estructura consta de *ramas* que irradian de una *imagen central* utilizando *colores, símbolos, dibujos y palabras clave* (ideas básicas significativas) que se enlazan, asocian o agrupan. Su construcción parte de la *imagen o imagen-palabra central* a partir de la cual irradian lo demás apartados del tema, es decir, subtemas, apartados o categorías, llamados *ramas troncales o secundarias*, de las cuales a su vez salen otras más que se interrelacionan y pueden subdividirse en otras nuevas (figura 3.1).

El contenido de las ramas se expresa con palabras clave escritas cada una sobre una línea, se pueden utilizar diferentes símbolos y códigos que ayuden a organizar las distintas ideas. Todos estos elementos le dan énfasis, asociación, claridad y estilo personal al mapa mental.

La estructura del MM “intenta ser la expresión del funcionamiento del cerebro global con sus mecanismos asociativos que favorecen el pensamiento irradiante” (Ontoria *et al.*, 2008, p. 40), es decir, la recepción, retención, análisis, evocación y control de la información, el cual se potencia con el uso de colores, imágenes y símbolos, lo que a la vez contribuye a la creatividad e imaginación. Por ello es útil en actividades que involucren el pensamiento y la toma de decisiones.

Los MM son eficientes en la representación del aprendizaje de los alumnos, estimulan el pensamiento reflexivo y creativo, por ello, es relevante considerar las características, intereses, estilo de aprendizaje de cada individuo y su contexto cultural, pues influyen en el proceso de construcción y la obtención del producto final.

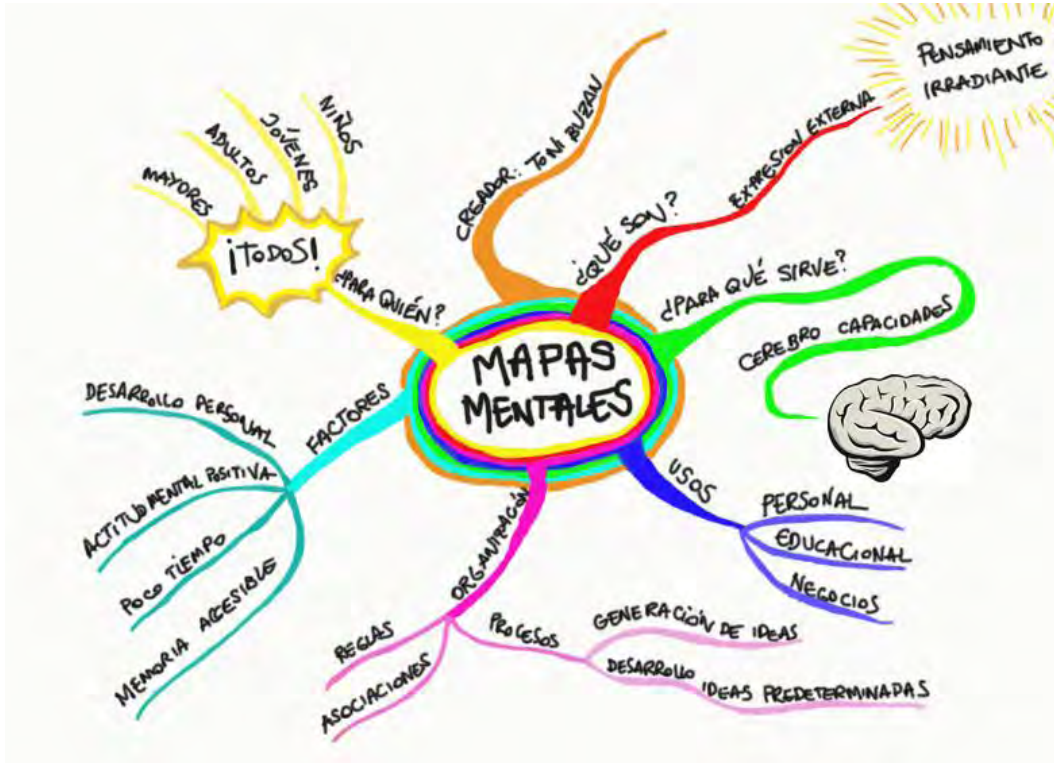


Figura 3.1 Mapa mental. La estructura del mapa mental consta de una imagen o imagen-palabra central a partir de la cual irradian las ramas troncales o secundarias, de las cuales a su vez pueden salir otras, unidas mediante símbolos o figuras. (Tomado de Buzan, 2013).

La elaboración de MM por los alumnos, permite individualizar y personalizar su aprendizaje ya que “potencia las posibilidades de estudiar, de aprender y de pensar, y se adaptan a la construcción individual y colaborativa del conocimiento” (Ontoria et al., 2008, p. 47), gracias a que construirlos conjunta la creatividad, la imaginación, la racionalidad y la lógica.

Así, cada uno utiliza sus recursos cognitivos y externos, plasmando qué y cómo ha aprendido, toma decisiones sobre el conocimiento que posee eligiendo la información que utilizará, cómo la organizará, y en el caso de lo que ya conocían sobre algún tema, determinarán si es acertado o si es necesario incluirlo en su representación gráfica.

Lo anterior implica que la persona que está aprendiendo activa todo su organismo e “intervienen todas las capacidades, emociones, habilidades, sentimientos y motivaciones” (Ontoria et al., 2008), en consecuencia, no se puede aspirar a un pensamiento uniforme.

Además, la realización de MM permite que los alumnos relacionen la nueva información con los conocimientos organizados que ya posee, establezcan una combinación de ideas o conceptos, y generen otras nuevas o refuercen las existentes.

Otra ventaja de los MM, de acuerdo con Ontoria et al. (2008) es que sirven para aprender, comprender, codificar y recordar la información orientada hacia determinado aprendizaje propuesto, a través de la integración, conexión y combinación de las ideas y conocimientos ya estructurados con los nuevos adquiridos, para conseguir una nueva estructura u organización del conocimiento.

También facilitan los procesos mentales que se ponen en práctica durante el aprendizaje, de manera que los alumnos son conscientes de sus capacidades para pensar y de sus posibilidades de aprendizaje. Igualmente son estrategias creativas puesto que son la expresión e integración del pensamiento.

Cabe destacar que los MM se diferencian de los mapas conceptuales (en adelante MC), aunque también son representaciones gráficas que se utilizan para organizar y representar el conocimiento; fueron desarrollados por Joseph Novak, con ayuda de las aportaciones acerca del aprendizaje significativo de David Ausubel.

Los MM, a diferencia de los MC son diagramas jerárquicos que reflejan la organización conceptual de un tema (Campos, 2005). Novak propuso los conceptos, las proposiciones y las palabras-enlace, como los elementos de los MC. Los primeros son las abstracciones expresadas verbalmente y que caracterizan un grupo de acontecimientos u objetos; las segundas son unidades semánticas formadas por dos o más conceptos unidas por palabras que le dan significado; finalmente, las palabras-enlace unen los conceptos para darles significado.

Los componentes que se utilizan para su elaboración son elipses (o rectángulos o cuadrados) para representar los conceptos, y líneas rectas para unirlos. Para su elaboración es necesario identificar los conceptos relacionados con el concepto principal y establecer las relaciones de inclusión entre ellos utilizando palabras enlaces que los asocien, y establecer las relaciones entre conceptos de otro nivel (figura 3.2). Los conceptos que se integren en cada nivel, dependen de la complejidad del tema y los enlaces cruzados deben ser horizontales en un mismo nivel o entre niveles.

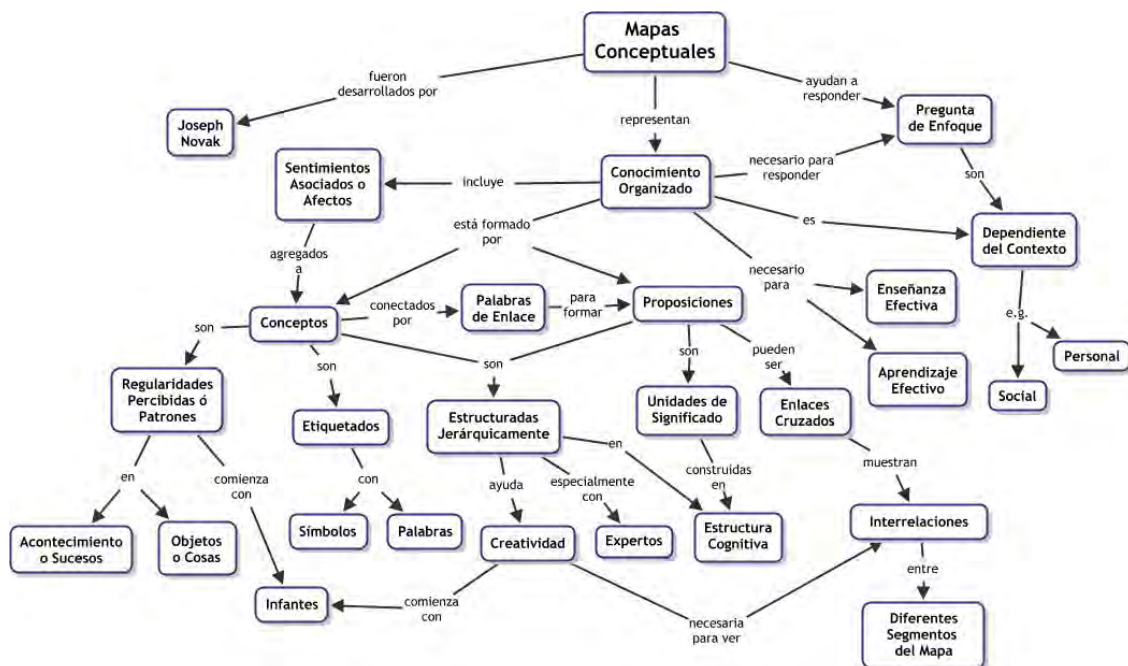


Figura 3.2 Mapa conceptual. Los elementos de un mapa conceptual son los conceptos, las proposiciones y las palabras-enlace; los componentes son elipses para representar los conceptos, y líneas rectas para unirlos.
(Tomado de <http://cmap.ihmc.us/docs/theory-of-concept-maps-spanish>)

Los MM y los MC son representaciones gráficas que utilizan los conceptos o palabras clave de un tema en particular para establecer su jerarquía y relaciones mediante la toma de decisiones de cada individuo que los elabora. Ambas

representaciones permiten conocer el nivel de dominio y comprensión de un tema, así como la relación con conocimientos previos que se tienen acerca del mismo.

Sin embargo, existen diferencias entre ambos. Los MM utilizan colores, imágenes y/o símbolos, las imágenes sirven para representar algunos de los conceptos o ideas, las cuales están organizadas en ramas; asimismo, tienen una jerarquización del centro a la periferia sin enlaces cruzados ni palabras enlace, y su trazado es personal, lo cual sirve para potenciar la creatividad, ordenar y planificar los pensamientos. Esto permite agrupar una gran cantidad de información en un esquema sencillo facilitando la consulta, lectura y recuerdo de la información.

Los MC utilizan únicamente conceptos, cuya jerarquización se representa de arriba hacia abajo en nodos con enlaces cruzados, conformando una red, es cíclico y su trazado es objetivo, ello permite crear una secuencia de lectura. Por ello, representan la estructura de un documento, no es idiosincrático.

Al tomar en cuenta las similitudes y diferencias de ambas representaciones gráficas, en el presente trabajo se eligieron los MM como la herramienta de evaluación del aprendizaje de la fotosíntesis, debido a que representan un esquema que deberá incluir una cantidad común de conceptos relacionados entre sí con base a su implicación en el proceso, además, que dichas relaciones, serán resultado de la toma de decisiones de los estudiantes, basados en su comprensión del tema.

2.3 Los MM como herramienta para evaluar el aprendizaje

El aprendizaje es un proceso de adquisición de conocimientos en el cual, los individuos participan activamente mediante su construcción debido a la reconstrucción del mundo exterior, se generan cambios internos que permiten emitir respuestas. Por ello, la capacidad que tenemos los seres humanos para conocer, es resultado de las formas específicas en las que aprendemos (Pozo, 2006).

Sin embargo, es importante adaptar la enseñanza a las características de los estudiantes: sus diferencias individuales, nivel de madurez, progreso académico, desarrollo cognitivo y social, habilidades y actitudes, siguiendo los objetivos de cada

tema, mediante la utilización de estrategias diversas, y estableciendo formas de evaluación que nos permitan inferirla.

Debido a lo anterior, la evaluación del aprendizaje en la educación depende de la concepción sobre aprendizaje, ya que determina las metodologías y técnicas utilizadas y se relaciona con juicios de valor sobre objetivos de enseñanza, instrumentos, efectividad en la institución y resultados de un programa.

Dado que el aprendizaje es inferido, porque no lo observamos directamente, es necesario obtener productos y resultados para determinar el estatus de aprovechamiento, progreso, aprendizaje, habilidades, expectativas y motivación de los alumnos; así como sobre la enseñanza del profesor; o si existe un cambio en todas las anteriores, con respecto a las variables educativas de interés (López e Hinojosa, 2001; Schunk, 2012).

En consecuencia, los MM representan una herramienta de gran utilidad para la evaluación, ya que pueden ser utilizados para evaluar la construcción del mapa, esto implica tomar en cuenta los siguientes elementos: la representación gráfica, la organización y estructuración de las ideas, la comprensión del núcleo temático, su reflejo creativo y la implicación personal en el aprendizaje a través de la configuración del mapa (Ontoria et al., 2008).

La representación gráfica es el énfasis en la plasmación gráfica del centro a la periferia, los elementos de asociación de las ideas para establecer sus relaciones y la claridad que favorezca la comprensión e interpretación del MM. La organización y estructuración de las ideas se refiere al nivel de amplitud y de relaciones jerárquicas establecidas, y su relevancia sobre el tema, ello implica detectar la toma de decisiones que han realizado los estudiantes.

La comprensión del núcleo temático y su reflejo creativo considera si el alumno expresa las ideas principales del tema, lo que nos permite detectar su comprensión del contenido y distinción entre ideas principales y secundarias; la creatividad es el diseño de la representación gráfica, la reorganización del contenido y la originalidad

en dar nueva forma y enfoque al tema. La implicación personal en el aprendizaje a través de la configuración del mapa, depende de la disposición o actitud de cada alumno al construirlo, además está sujeto a la percepción del profesor.

La evaluación del contenido en el MM, conlleva considerar la diversidad de representaciones, es decir, la representación gráfica, el contenido conceptual y la conexión metodológica (Ontoria et al., 2008). Se pueden utilizar como una respuesta a una pregunta del examen o como una técnica de estudio.

La representación gráfica es la síntesis de ideas o conocimientos. El contenido conceptual son las ideas expuestas y reflejadas en la estructura, ya que dan cuenta de si los alumnos han asimilado la información y la han incorporado a lo que sabían antes o la han reorganizado. La conexión metodológica se refiere al proceso de enseñanza y aprendizaje, si el estilo es expositivo, el MM sirve para conocer las ideas principales de un texto, o digamos en uno participativo, para que se evalúe la capacidad de relacionar las ideas de un tema.

Determinar la estructura, organización y relaciones emergentes de las ideas, así como la amplitud del desarrollo del tema, lo que implica conocimiento y comprensión del tema y la creatividad del estudiante, e incluso su implicación en el proceso de aprendizaje, nos permite evaluar qué han aprendido los alumnos.

Además, si consideramos que existen diferentes estilos de aprendizaje⁶ entre los alumnos, y que cada uno se diferencia individualmente, la evaluación también se debe adaptar a esta diversidad a la que nos enfrentamos en las aulas, ya que existen conocimientos a diferentes niveles cognitivos, y los MM son una manifestación de los mismos, en el que el estudiante plasma su personalidad de manera integral y potencia su aprendizaje individual y autónomo.

⁶ Los estilos de aprendizaje se definen como “*los modos característicos por los que un individuo procesa la información, siente y se comporta en las situaciones de aprendizaje*” (Smith, 2002), lo que les da una capacidad de adaptación.

2.4 El uso de los MM en la enseñanza y aprendizaje de diversos temas en diferentes niveles de educación

Los MM se han utilizado en la enseñanza y aprendizaje de diversos temas en diferentes niveles de educación. A continuación, se mencionan algunos de los resultados obtenidos en diferentes trabajos.

Rosas (2012) utilizó los MM como estrategia de enseñanza y aprendizaje para el tema de herencia mendeliana; los resultados obtenidos en el trabajo indican que son una herramienta que facilitó a los alumnos la resolución de la evaluación final, sumado a lo anterior, la estructura conceptual que crearon los estudiantes sobre el contenido arrojó información sobre el grado de dominio que poseen de los conceptos.

En el 2012, Guzmán concluyó que los MM son una estrategia que favorece la comprensión lectora de estudiantes de educación primaria, en mayor medida para textos narrativos, ya que representaron una versión sintética y global del significado del texto que leyeron durante un curso-taller de comprensión lectora, en donde abordaron temas diversos como biografías de personas famosas o fábulas.

Bonifacio, Gómez y Gutierrez (2013) y Percastegui y Tamayo (2014) indican que el uso de MM para la enseñanza sobre la prevención de adicciones en adolescentes, con alumnos de educación secundaria, posibilitó la construcción de una base de conocimientos sobre el tema, clara y concisa, ya que favorecen el abordaje por parte de los docentes y el aprendizaje del contenido de los estudiantes, de manera que reconocieron las principales problemáticas relacionadas con las adicciones.

En un trabajo realizado por Cubillos Partida (2014) para conocer si los MM pueden mejorar el aprendizaje con alumnos de educación secundaria, sobre el tema de "Aprendizaje", encontró que permiten revisar los conocimientos previos de un individuo mostrando si son claros y los tiene disponibles en su estructura cognitiva; además facilitan la asimilación de nuevos temas porque ofrecen una visión global del contenido y muestran lo esencial del contenido.

Márquez (2014) utilizó los MM para la enseñanza y aprendizaje del tema fotosíntesis con alumnos de EMS, los resultados que obtuvo indican que aprendieron significativamente lo relacionado con la fase de las reacciones dependientes de la luz del proceso, de forma que los MM aportaron información sobre el grado de dominio de aprendizaje de los estudiantes sobre el tema y agrega que, pueden ser utilizados como una evaluación adicional a los exámenes escritos.

CAPÍTULO 3. EL PROCESO DE LA FOTOSÍNTESIS

3.1 La fotosíntesis

Según la forma de obtener los compuestos necesarios para la vida, los seres vivos se agrupan en heterótrofos y autótrofos. Los heterótrofos son organismos que obtienen su energía a partir de compuestos orgánicos, como todos los animales, los hongos y muchas bacterias.

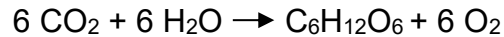
Un organismo autótrofo es aquel que sintetiza sus propias sustancias orgánicas a partir de compuestos inorgánicos; es decir, produce carbohidratos, lípidos y aminoácidos usando CO_2 como fuente de carbono y amonio (NH_4^+) o nitrato (NO_3) como fuente de nitrógeno; dentro de este grupo existen los que utilizan la luz como fuente de energía para realizar dicha síntesis, llamados autótrofos fotosintéticos o fotoautótrofos, que incluyen a las plantas, algas, cianobacterias y algunas bacterias (Collazo y Rodés 2013).

Así, para que los sistemas vivos puedan mantenerse es necesario que haya un aporte continuo de energía, siendo el Sol la fuente primaria de la misma. El proceso mediante el cual la energía solar es capturada y convertida en energía química por los organismos fotoautótrofos se llama **fotosíntesis**.

La fotosíntesis es un proceso anabólico y endergónico⁷, a través del cual los organismos autótrofos utilizan la energía solar para convertirla en compuestos de carbono, ya que no pueden formarse sin el aporte de dicha energía. Así, la materia inorgánica, el dióxido de carbono (CO_2) y el agua (H_2O) que son tomados del medio, se transforman en materia orgánica (carbohidratos, principalmente azúcares) y se libera oxígeno (O_2). Los carbohidratos son energía química, ya que dichas moléculas se utilizan para mantener los procesos celulares de los sistemas vivos que realizan la fotosíntesis. Además, se utilizan como fuente de energía para todas las demás formas de vida (Taiz y Zeiger, 2010).

⁷ Las reacciones endergónicas son aquellas que requieren energía para que se lleven a cabo.

La síntesis de carbohidratos a partir del H₂O y el CO₂, con la generación de O₂, está representado en la siguiente ecuación:



Las reacciones del proceso fotosintético se llevan a cabo de manera continua en diferentes partes de las estructuras especializadas de los organismos fotoautótrofos; sin embargo, para su mejor estudio y comprensión se han caracterizado en las reacciones dependientes de la luz y las no dependientes de la luz. Para los fines de este trabajo, se utilizará como marco teórico, el proceso como se lleva a cabo en las plantas.

3.1.1 Principales conceptos implicados en la fotosíntesis: luz, pigmentos fotosintéticos y cloroplastos

Las plantas poseen en las células del tejido fotosintético, que se encuentra en hojas y tallos, unos organelos conocidos como cloroplastos, los cuales poseen los pigmentos fotosintéticos especializados en la absorción de la luz del sol.

La luz se comporta como onda y como partícula. La onda electromagnética presenta propiedades (figura 2.1) como la longitud de onda, que es la distancia entre cresta y cresta; la frecuencia, es decir, el número de crestas que pasan a un observador en determinado tiempo; y la velocidad, que es resultado de la multiplicación de la longitud de onda por la frecuencia. La partícula es llamada fotón y contiene energía que es liberada en paquetes llamados *quanta* (Taiz y Zeiger, 2010).

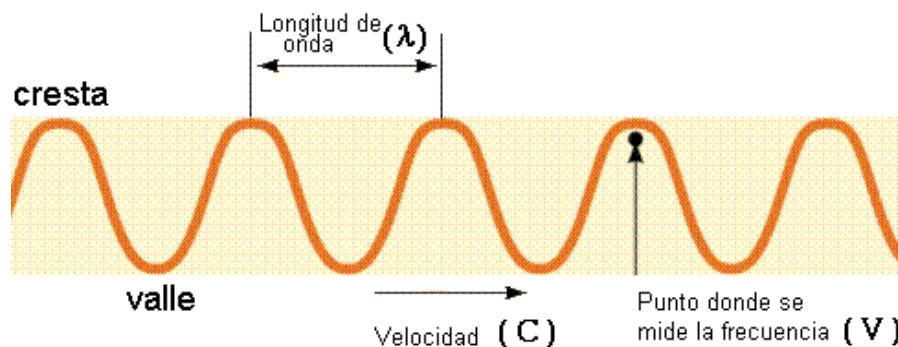


Figura 2.1 Propiedades de la onda de luz: longitud, frecuencia y velocidad. (Tomado de http://www.etsmre.upv.es/varios/biologia/Temas/tema_11.htm)

Dentro del espectro electromagnético, que es toda la energía que incide sobre la Tierra, la luz del Sol corresponde al espectro de luz visible cuya longitud de onda está comprendida entre 400 y 700 nanómetros (nm) (figura 2.2); es en apariencia blanca, pero se compone de diferentes colores y es la única radiación fotosintéticamente activa, lo que significa, que es la única luz que los pigmentos fotosintéticos son capaces de absorber (Collazo y Rodés 2013).

Los pigmentos fotosintéticos son moléculas que absorben diferentes longitudes de onda de la luz y reflejan o transmiten aquellas longitudes que no absorben. En las plantas y en las algas verdes, el principal pigmento implicado en la absorción de la energía es la clorofila *a*, también se encuentra la clorofila *b* y otro grupo llamado carotenos (Taiz y Zeiger, 2010). Cada uno de ellos tiene una función específica y se encuentran en diferentes concentraciones.

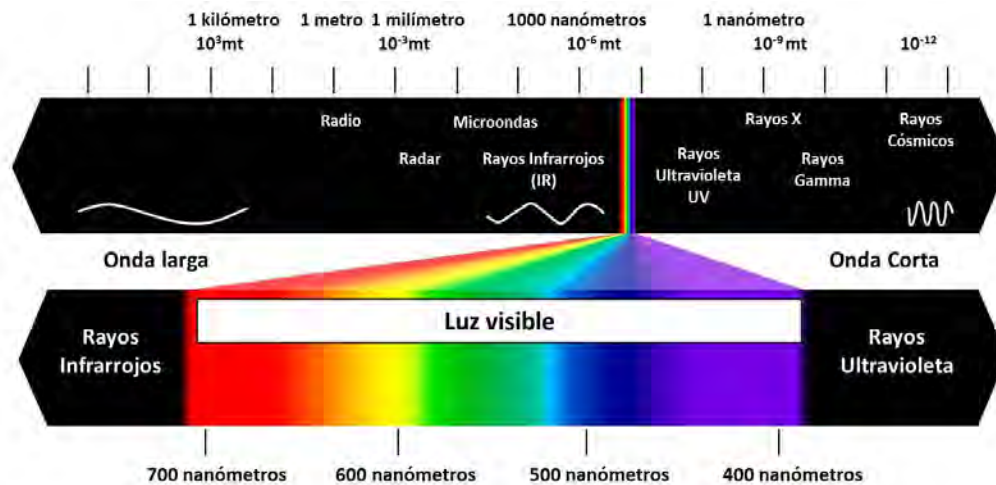


Figura 2.2 Espectro electromagnético. La luz visible se encuentra entre los 700 y 400 nm.

(Tomado de <http://www.artinaid.com/2013/04/que-es-la-luz-o-el-electromagnetismo/>)

Dadas las diferencias en su estructura química (figura 2.3), los pigmentos fotosintéticos presentan diferentes espectros de absorción y reflexión de longitud de onda de la luz:

- Clorofilas: están formados por un anillo tetrapirrólico con un átomo de magnesio en el centro, y una cola de fitol, que es un alcohol de cadena larga. Las tipo *a* y *b*, son abundantes en las plantas y algas verdes. Absorben luz azul y violeta (entre 400 y 500 nm) y roja (entre 600 y 700 nm), y reflejan o transmiten la luz verde, por lo tanto, se ve verde.

- Carotenos (carotenoides y xantofilas): son hidrocarburos polímeros del isopreno o 2-metil-1,3-butadieno, un precursor de lípidos simples, que se encuentran en todos los organismos fotosintéticos y son llamados pigmentos accesorios, ya que la luz que absorben la transmiten a las clorofilas para la fotosíntesis o las protegen en algunas situaciones de estrés. Absorben longitudes de onda azul o roja, en la región entre los 400 y 500 nm del espectro electromagnético, y reflejan colores amarillo o naranja.

Como se mencionó anteriormente, la fotosíntesis se lleva a cabo en los cloroplastos de las células vegetales, ya que ahí se encuentran los pigmentos fotosintéticos. El cloroplasto es un organelo compuesto por una membrana externa y una interna, su parte interna se denomina estroma y ahí se encuentran los tilacoides, los cuales se apilan unos sobre otros formando una estructura llamada grana, también se encuentran granos de almidón y DNA (figura 2.4). Es en la membrana de los tilacoides donde están inmersos los pigmentos y otras proteínas que participan en el proceso, ahí ocurren las reacciones dependientes de la luz; mientras que en el estroma ocurren las reacciones no dependientes de la luz (Collazo y Rodés, 2013).

3.1.2 Reacciones dependientes de la luz

Las reacciones dependientes de la luz ocurren en presencia de luz y se llevan a cabo en la membrana de los cloroplastos, ya que ahí se encuentran insertos dos complejos químicos llamados fotosistema I y II (FSI y FSII), proteínas integrales de membrana y la ATP sintasa, necesarios para formar nicotinamida adenin dinucleótido fosfato reducido (NADPH) y adenosín trifosfato (ATP), utilizando como sustratos moléculas de H₂O, de nicotinamida adenin dinucleótido fosfato (NADP) e iones hidrógeno (H⁺).

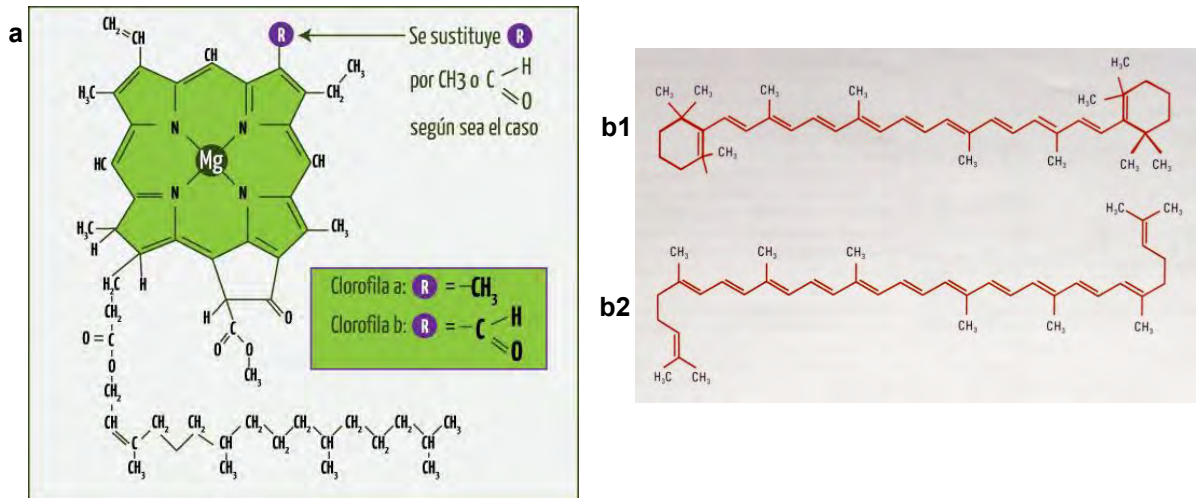


Figura 2.3 Los pigmentos fotosintéticos tienen diferente estructura química y se encargan de absorber la luz de sol para que se lleve a cabo la fotosíntesis. Las clorofilas *a* y *b* (a) se encuentran en las plantas y las algas, mientras que los carotenoides (*b1* β caroteno y *b2* licopeno) se distribuyen en todos los organismos fotosintéticos.

(a. Tomado de <http://portalacademico.cch.unam.mx/alumno/biologia1/unidad2/fotosintesis/aspectosGenerales>
 b: Tomado de Collazo y Rodés, 2013).

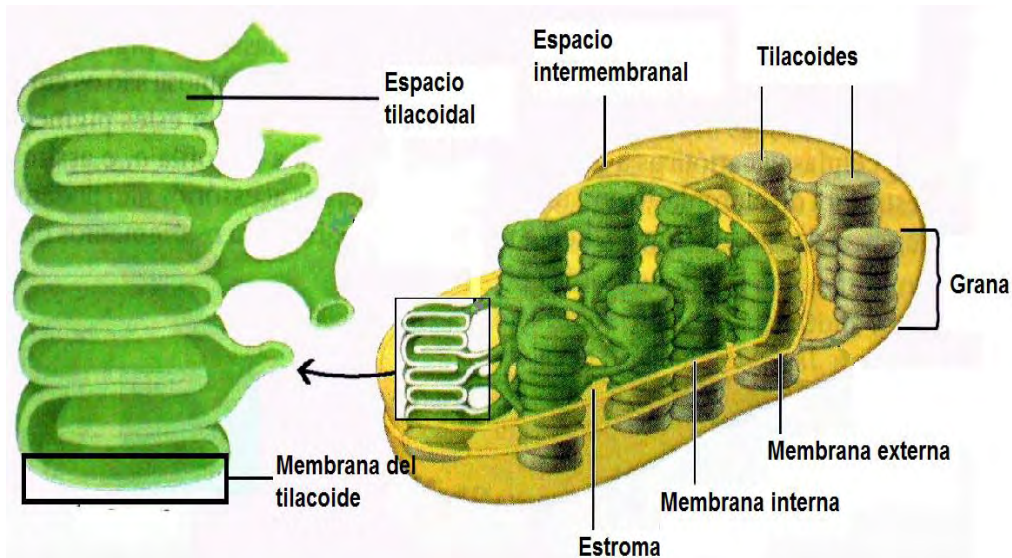


Figura 2.4 El cloroplasto. Es un organelo que posee una membrana externa, una membrana interna; en el interior el estroma donde se encuentran los tilacoides apilados formando los grana.

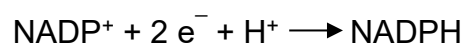
(Modificado de <http://meioambiente.culturamix.com/ecologia/organelas-da-celula-vegetal-e-funcoes>)

Los FS I y II (figura 2.5) están formados por un complejo antena, que es un complejo pigmento-proteína conformado por un conjunto de pigmentos fotosintéticos, el centro de reacción que posee una clorofila antena (P_{680} en el PSII y P_{700} en el PSI), llamadas así por ser el pico máximo de absorción de cada una); cada uno de estos componentes son donadores y aceptores de electrones (Taiz y Zeiger, 2010; Collazo y Rodés, 2013).

En los fotosistemas, la energía del sol es captada por los pigmentos del complejo antena, en este caso las clorofilas, y es transferida entre ellos hasta el centro de reacción; es decir, la clorofila antena para elevar su energía pierde un electrón, que es transferido a las proteínas integrales de membrana, las cuales funcionan como transportadores de los mismos, ya que actúan en cadena captando el electrón (y por tanto reduciéndose); en seguida lo ceden (y por tanto oxidándolo) a la siguiente molécula (Collazo y Rodés, 2013).

Entre el FSII y el FSI, está la cadena transportadora de electrones (e^-), formada por la plastoquinona (Pq), el complejo citocromo *b₆f* (Cit b) y la plastocianina (Pc), proteínas integrales de membrana. El FSI transporta los electrones a la ferredoxina (Fd) y posteriormente a la NADP reductasa (figura 2.5) (Taiz y Zeiger, 2010).

En las reacciones dependientes de la luz, los dos fotosistemas actúan coordinadamente. Se absorbe energía equivalente a 1 fotón por el FSI y es transferida hasta el centro de reacción P_{700} , éste pierde un e^- por lo cual queda en estado inestable hasta que lo recupera desde el FSII. El electrón que pierde el FSI es transportado a la Fd y posteriormente a la NADP reductasa, proteínas que se reducen al aceptarlo, y se oxidan al transferirlo, para finalmente formar NADPH a partir de la reducción del NADP; sin embargo, son necesarios dos electrones para esta reacción de reducción, por lo que, serán absorbidos dos fotones por el FSI para que se liberen 2 e^- , así como la presencia de un protón, H^+ , como se muestra en la siguiente ecuación:



Cuando en el FSII la energía incide y es transferida hasta el centro de reacción, a P₆₈₀, un e⁻ eleva su energía y se transfiere a la cadena transportadora, un conjunto de proteínas integrales de la membrana del tilacoide: la Pq, Cit *b*₆f y Pc, de manera sucesiva, para finalmente, estabilizar a P₇₀₀ una vez que ha recuperado el electrón que había sido transferido; mientras que P₆₈₀ los recupera de la molécula de agua, una vez que ha sido oxidada (fotólisis del agua), para obtener las moléculas que se indican en la ecuación:

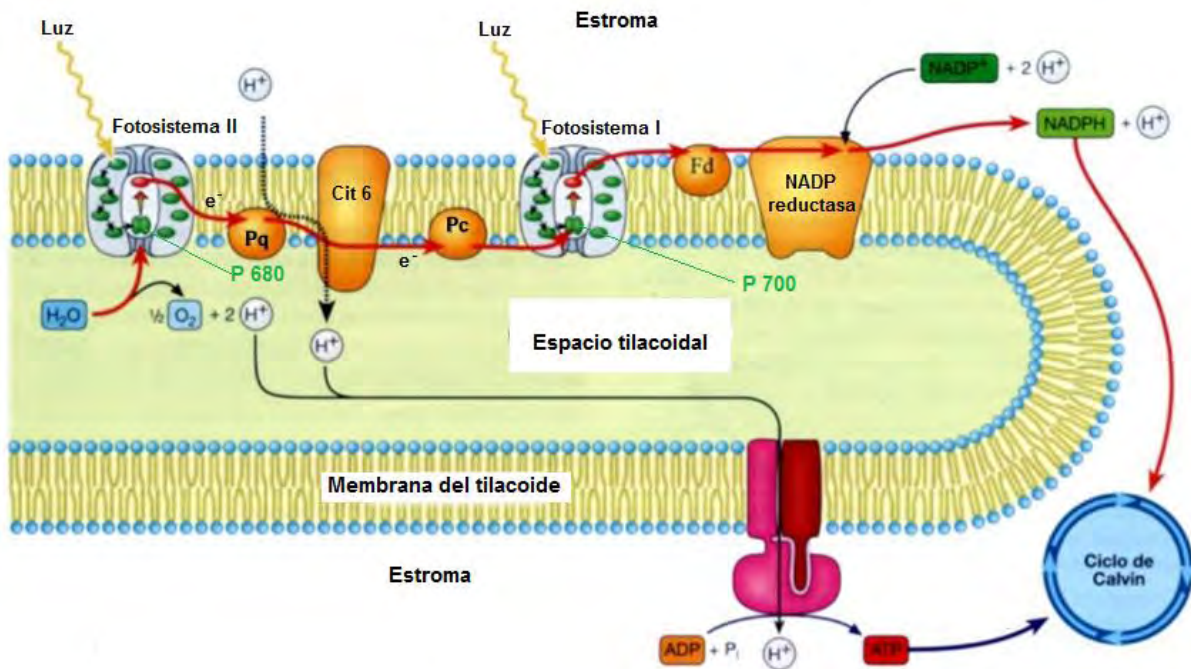
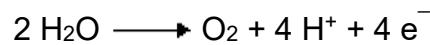


Figura 2.5 Reacciones dependientes de la luz. Se llevan a cabo en la membrana de los tilacoides, en los cloroplastos. Ahí se encuentra el Fotosistema I y II, la cadena transportadores de electrones, integrada por la plastoquinona (Pq), el citocromo *b*₆f (Cit b) y la plastocianina (Pc); y ferredoxina (Fd) y la NADP reductasa, que participan en la reducción del NADP; también participa la ATP sintetasa. El ATP y NADPH que se obtienen en las reacciones dependientes de luz, son utilizados en las reacciones no dependientes de luz.

(Modificado de <http://docentes.educacion.navarra.es/metayosa/bach2/2biometabo4.html>)

Cada uno de los e⁻ que son transferidos a través de los fotosistemas y a las proteínas de membrana, son utilizados para producir la energía necesaria y que la NADP reductasa sintetice NADPH, utilizando los H⁺, estos protones son transportados hacia el estroma del cloroplasto, a través de la ATP sintasa, una proteína que utiliza, al mismo tiempo, esta energía para la síntesis de ATP a partir de adenosin difosfato (ADP) y fosfato (P); mientras que el O₂ es liberado (Taiz y Zeiger, 2010).

Así, la fase dependiente de la luz consiste en una serie de reacciones en las cuales se lleva a cabo el transporte de electrones, la fotooxidación del agua, la reducción del NADP y la síntesis de ATP; los sustratos necesarios para que se realicen son ADP, P, NADP, H⁺, H₂O y la energía de la luz. El resultado de éstas reacciones son el ATP, NADPH y el O₂, los primeros dos son utilizados para dar inicio a las reacciones no dependientes de la luz, mientras que el oxígeno es liberado a la atmósfera (Rodés y Collazo, 2013).

3.1.3 El ciclo de Calvin-Benson. Las reacciones no dependientes de la luz

El ciclo de Calvin-Benson es una serie de reacciones que ocurren en el estroma del cloroplasto y no es necesaria la presencia de luz para que se lleven a cabo. En éstas, el ATP y el NADPH obtenidos se utilizan para sintetizar hexosas [azúcares de seis carbonos (CH₂O)₆], mediante la **fijación, reducción y regeneración del CO₂** (figura 2.6), el cual es obtenido del medio por las plantas a través de los estomas. Posteriormente, las hexosas son utilizadas para formar otros carbohidratos, aminoácidos y ácidos grasos (Taiz y Zeiger, 2010).

En el Ciclo de Calvin-Benson, el CO₂ es combinado con una molécula de ribulosa 1,5-bifosfato (RuBP) para formar dos moléculas intermedias de tres carbonos, llamada 3-fosfoglicerato (3-PGA), gracias a la acción de la enzima **ribulosa 1,5-bifosfato carboxilasa-oxigenasa (RuBisCO)**. A esta etapa se le conoce como **carboxilación o fijación del CO₂** (Taiz y Zeiger, 2010; Collazo y Rodés, 2013).

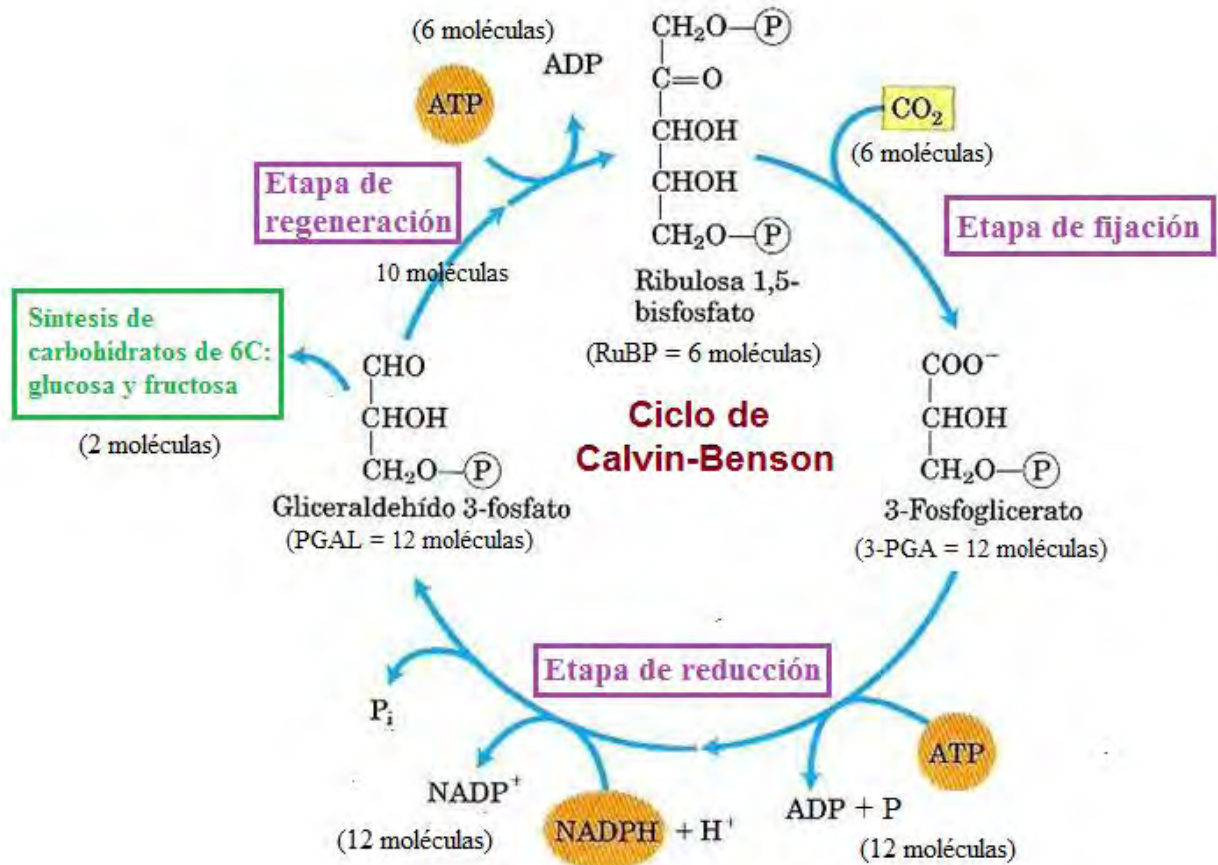


Figura 2.6 Ciclo de Calvin-Benson. En las reacciones no dependientes de la luz de la fotosíntesis, el ATP y el NADPH que se obtienen son utilizados para que el CO₂ se transforme en moléculas orgánicas, mediante tres etapas: de fijación, reducción y regeneración. (Modificado de <http://duniaonbiologi.blogspot.mx/>)

En la etapa de **reducción** se sintetizan triosas fosfato a partir del 3-PGA utilizando el ATP y el NADPH producidos en las reacciones dependientes de la luz. La enzima 3-fosfoglicerato quinasa utiliza el ATP para formar 1,3-bifosfoglicerato, el cual es reducido con el NADPH a gliceraldehído 3-fosfato (PGAL), una triosa fosfato que puede convertirse fácilmente en su isómero, la dihidroxicetona 3-fosfato; es en esta etapa en la cual el carbono inorgánico (CO₂) es transformado a una molécula orgánica, y gran porcentaje ambas moléculas, se encaminarán a la regeneración de la RuBP, con la que se inicia el ciclo de Calvin-Benson (Taiz y Zeiger, 2010).

En el caso de que las triosas fosfato no continúen dentro del ciclo, se exportan al citosol de la célula para sintetizar principalmente glucosa y fructosa, la cual es transformada en otros carbohidratos como almidón y es almacenado en el cloroplasto, que es la forma de almacenamiento de azúcares en las plantas; otra vía, es que se sintetice sacarosa, la cual puede almacenarse temporalmente en la vacuola, o es transportada, vía floema, a otras partes de la planta (Taiz y Zeiger, 2010; Collazo y Rodés, 2013).

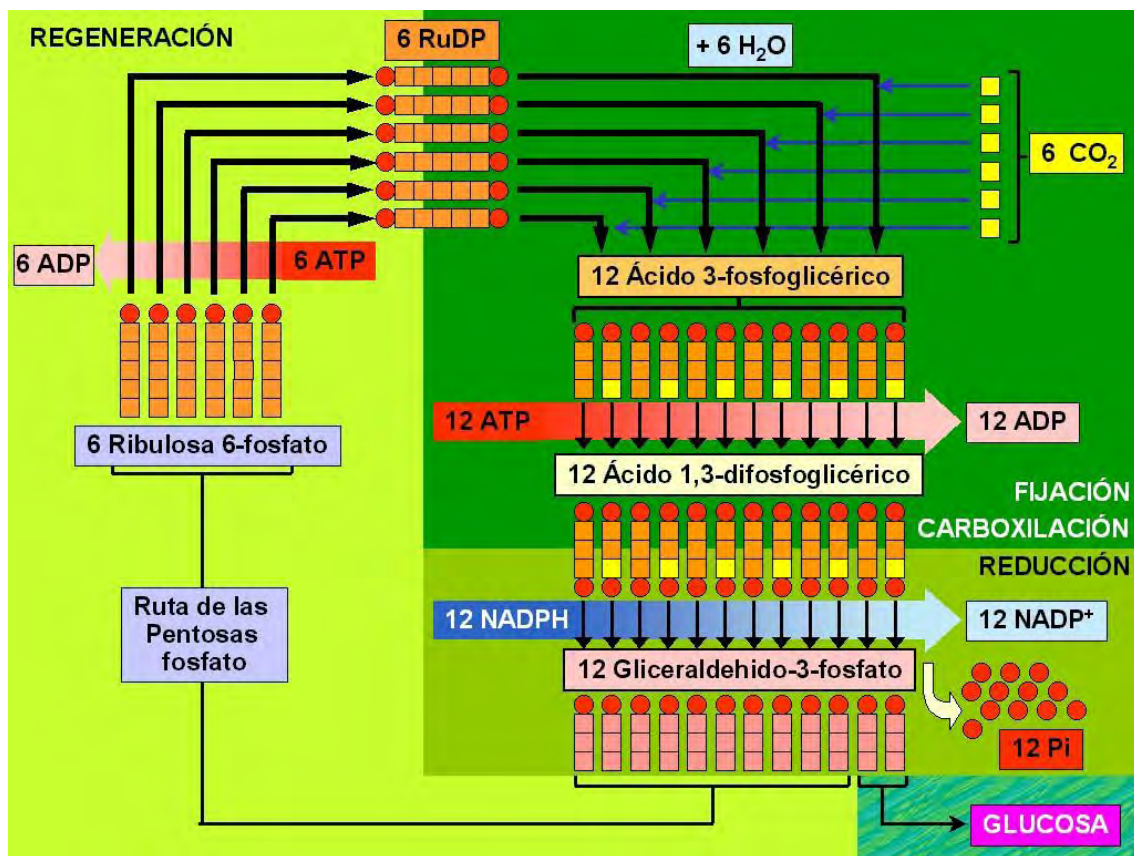
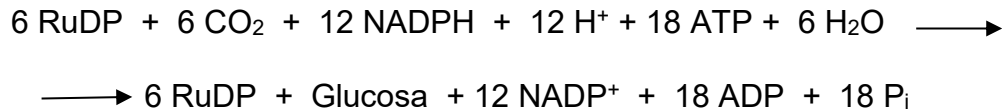


Figura 2.7 Esquema general de las moléculas necesarias y las que se obtienen en cada etapa del ciclo de Calvin-Benson, así como la ruta que sigue cada una. (Tomado de http://www.etsmre.upv.es/variados/biologia/images/Figuras_tema11/figura11_28.jpg)

En la etapa de **regeneración** se utilizan cinco de las seis moléculas de PGAL que se sintetizan en la etapa de reducción, para regenerar tres moléculas de RuBP, que se utilizan para dar inicio al ciclo. Esto es a través de una serie de reacciones en las que se forman azúcares-fosfato con cadenas de 4 a 7 átomos de carbono, y que llevan a la síntesis de ribulosa-fosfato (RuP), que al fosforilarse con consumo de ATP se convierte en RuBP (Taiz y Zeiger, 2010; Collazo y Rodés, 2013).

Así, seis giros del ciclo con la utilización de seis moléculas de CO₂ son necesarios para producir un glúcido de seis carbonos (6C), como la glucosa o la fructosa (figura 2.7), como se muestra en la siguiente ecuación:



Las plantas que fijan el CO₂ a la RuBP, como se describió anteriormente, se denominan plantas C₃, debido a que el primer compuesto estable que se forma, 3PGA, tiene tres átomos de carbono; estos organismos representan alrededor del 85% de plantas.

3.1.4 Variaciones en el proceso de la fotosíntesis: las plantas C₄ y CAM

La enzima **RuBisCo** es la más abundante en el planeta y tiene actividad tanto de carboxilasa como de oxigenasa, es decir, que fija el CO₂ para convertirlo en carbono orgánico y también fija el oxígeno. En ambientes con temperatura elevada, poca disponibilidad de agua o baja concentración de CO₂ disuelto en el agua (en el caso de las plantas acuáticas, por ejemplo) el oxígeno está presente en mayores concentraciones, por lo que dicha enzima tiene mayor afinidad por este y se presenta un fenómeno llamado fotorrespiración que ocurre sólo en presencia de luz (Taiz y Zeiger, 2010).

En la fotorrespiración la actividad de oxigenasa de la RuBisCo está favorecida y debido a que esta enzima tiene la capacidad de fijar de tres a cuatro moléculas de CO₂ por una de O₂, hay un gasto de energía muy alto, además de que CO₂ y el O₂ del medio compiten por un sustrato (Collazo y Rodés, 2013).

En este caso, la RuBP es oxigenada, es decir, se oxida parcialmente por la RuBisCo, dando como resultado la formación de una molécula de P-glicerato y una de P-glicolato dentro de los cloroplastos. La primera se reduce en el ciclo de Calvin-Benson, mientras que la segunda se transforma en diferentes productos mediante la fotorrespiración a través de diferentes reacciones que ocurren en los cloroplastos, los peroxisomas y las mitocondrias (figura 2.8).

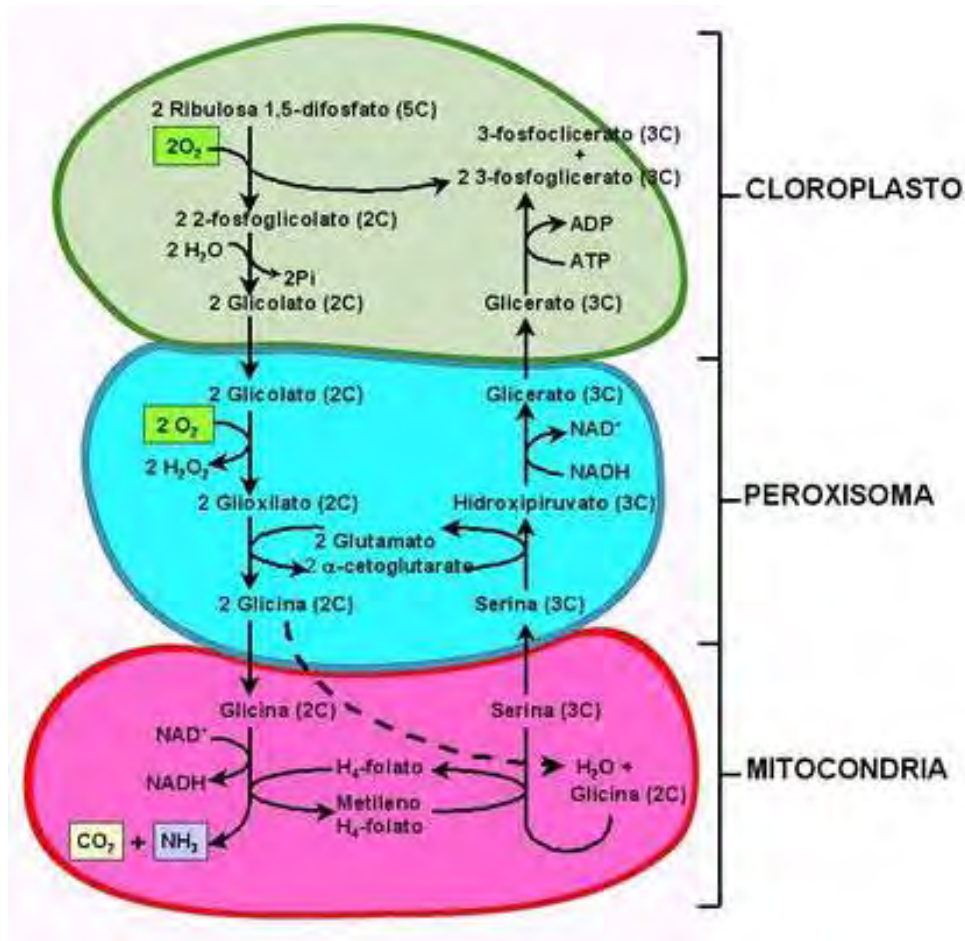


Figura 2.8 La fotorrespiración es un proceso que llevan a cabo plantas C₄ y CAM, debido a que en presencia de mayores concentraciones de O₂, la RuBisCo oxida a la RuBP formando P-glicolato y P-glicerato. (Tomado de http://www.etsmre.upv.es/varios/biologia/images/Figuras_tema11/figura11_30.jpg)

Las plantas que se encuentran en este tipo de ambientes contrarrestan las bajas concentraciones de CO₂ utilizando mecanismos que incrementan su concentración interna, y que tienen que ver con diferencias anatómicas y fisiológicas de las plantas C₃, por lo que se les han denominado plantas C₄ y CAM (Taiz y Zeiger, 2010; Collazo y Rodés, 2013).

En las plantas C₄ y CAM, el CO₂ es fijado previamente al ciclo de Calvin-Benson por la fosfoenolpiruvato carboxilasa (PEPcase), al fosfoenolpiruvato (PEP), se forma una molécula de cuatro carbonos llamada ácido oxalacético el cual es transformado a ácido málico o ácido aspártico en el citosol, posteriormente son descarboxilados y se libera CO₂, con lo que aumenta su concentración en las células y entra al ciclo de Calvin-Benson para ser fijado por la RuBisCo (Taiz y Zeiger, 2010).

La PEPcase no tiene un sitio activo para el oxígeno pero si una alta afinidad por éste, por lo tanto el O₂ no interviene en su actividad y es una enzima presente en las células de las plantas C₄ así como de las CAM.

En las plantas C₄, la anatomía de la hoja es tipo Kranz, denominado así ya que presentan dos tipos de células fotosintéticas, unas rodean a los haces vasculares formando una estructura llamada vaina, y las restantes ocupan el mesófilo, el tejido que se encuentra entre el haz y el envés de la hoja (figura 2.9), por lo tanto, el CO₂ proviene de las células del mesófilo y es transportado hasta las células de la vaina, en donde se produce la fijación del carbono (Taiz y Zeiger, 2010; Collazo y Rodés, 2013).

En las plantas CAM, la fijación del carbono se genera durante el día por la PEPcase, cuando los estomas están cerrados, ya que son organismos que se distribuyen en zonas áridas y semiáridas, y la pérdida de agua por evapotranspiración disminuye de esta manera; el ácido málico que se sintetiza se almacena en la vacuola, durante el día sale y es descarboxilado para formar ácido pirúvico, reacción en la que se libera CO₂, que entra al ciclo.

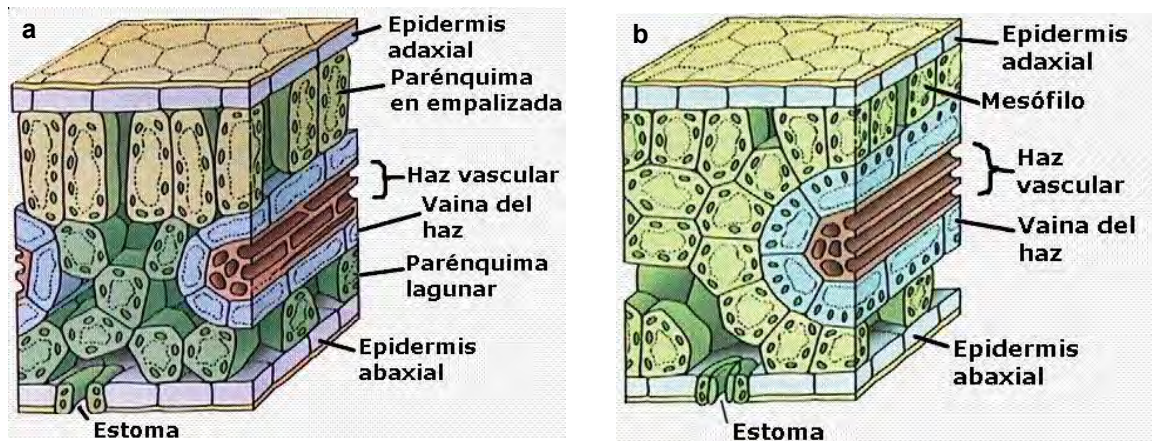


Figura 2.9 La anatomía de las hojas C₃ (a) presenta células fotosintéticas diferentes a las de las plantas C₄ (b), ya que se encuentran alrededor de los haces vasculares formando una vaina, y el resto en el mesófilo de la hoja, en donde se produce la concentración del CO₂. (Tomado de http://www.etsmre.upv.es/varios/biologia/Temas/tema_11.htm)

Así, existen diferencias para fijar el CO₂ entre las plantas C₄ y las plantas CAM. En las primeras se debe a una separación espacial gracias a la compartimentación que existe por las diferentes células que conforman las hojas; mientras que en las segundas, el proceso ocurre en la misma célula pero en momentos diferentes del día, es decir que hay una separación temporal (Collazo y Rodés, 2013).

CAPÍTULO 4. PROPUESTA METODOLÓGICA

Se diseñó, aplicó y evaluó una secuencia didáctica para la enseñanza del tema fotosíntesis a alumnos de Biología III que cursan el quinto semestre en la ENCCH, dicho tópico está incluido en el segundo tema de la primera unidad. (ver página 15).

Se incluyeron actividades a realizar por el docente y los estudiantes, de forma individual, en equipo y grupal, y se dividió en tres fases: planeación y desarrollo, intervención didáctica y evaluación.

4.1 Fase de planeación y desarrollo

La planeación y el desarrollo de la secuencia didáctica para la enseñanza y aprendizaje de la fotosíntesis, se realizó con base en los aprendizajes establecidos en el programa:

- Comprende que la fotosíntesis es un proceso que permite la síntesis de biomoléculas en los sistemas vivos.

Con este referente, y considerando la investigación realizada acerca de las ideas previas de los estudiantes sobre el tema (plasmadas en el capítulo 1.3.4), se realizó una estructura conceptual (figura 4.1) con el fin de delimitar un marco teórico con el contenido que se debía incluir y se realizó una búsqueda bibliográfica al respecto.

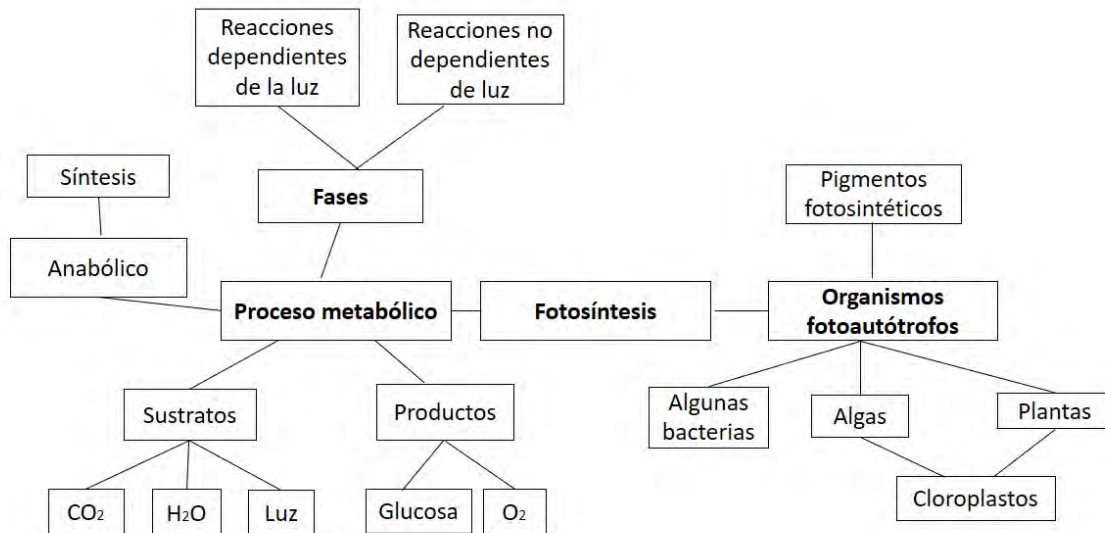


Figura 4.1 Estructura conceptual del tema “Fotosíntesis”. Se utilizó como base para la planeación de la secuencia didáctica.

Posteriormente, se diseñaron las secuencias para realizarse en tres sesiones de entre 100 y 115 minutos, cada una con objetivos particulares, planteados desde los aprendizajes establecidos en el programa, las ideas previas de los estudiantes, la estructura conceptual y la revisión de información sobre el proceso fotosintético.

A continuación, se muestran las secuencias didácticas que se planearon para cada sesión.

Secuencia didáctica de la sesión 1

Plantel: Colegio de Ciencias y Humanidades, plantel Sur			
Asignatura: Biología III	Ciclo escolar: 2016-1	Profesor titular: M. en C. Cecilia Garduño Ambriz	Horario: Lunes, miércoles y jueves
<p>Unidad Primera: ¿Cómo se explica la diversidad de los sistemas vivos a través del metabolismo?</p> <p>Propósito: Al finalizar la Unidad, el alumno comprenderá qué es el metabolismo, a través del estudio de diferentes rutas, para que reconozca su importancia en la diversidad biológica.</p> <p>Tema II. Diversidad de los sistemas vivos y metabolismo</p> <p>Subtema. Anabolismo: fotosíntesis y síntesis de proteínas.</p>			
Sesión: 1		Fecha: 15 de octubre del 2015	
Duración: 100 minutos			
<p>Contenidos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Qué es fotosíntesis y cuál es su importancia. • Sistemas vivos que realizan la fotosíntesis. • Fases de la fotosíntesis (reacciones dependientes de la luz y fijación del carbono). • Elementos necesarios y productos. 		<p>Aprendizajes: El alumno</p> <p>Conceptuales:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Aprenderá el concepto de fotosíntesis y cuáles sistemas vivos lo realizan - Conocerá dónde y cómo se lleva a cabo el proceso - Reconocerá cuál es la importancia de la fotosíntesis para los sistemas vivos que la realizan, y el resto del mundo vivo. <p>Actitudinales. Reconocerá y asumirá, que al igual que sus compañeros, posee ideas previas acerca del tema fotosíntesis.</p> <p>Procedimentales. Identificará sus ideas previas sobre la fotosíntesis.</p>	
Secuencia didáctica: La fotosíntesis			
Actividades	Tipo de evaluación	Instrumentos de evaluación	Recursos
<p>Apertura</p> <p>1. Presentación de los objetivos de la clase (5 minutos) Presentación de la profesora al grupo y la forma de trabajo.</p> <p>Presentación del tema y los aprendizajes que se espera que logren los estudiantes al final de la sesión.</p>			Pizarrón y marcadores

<p>2. Prueba diagnóstico: Lo que yo sé acerca de la fotosíntesis (15 minutos) Realización de preguntas al grupo, indicando que se les dará un tiempo para que lo piensen y que no deben responder: ¿Qué es fotosíntesis? ¿Conocen qué organismos llevan a cabo la fotosíntesis? ¿Qué es necesario para que inicie el proceso y qué se obtiene/produce de éste?</p> <p>Se entregará la prueba diagnóstico para que los alumnos la resuelvan individualmente</p>	Inicial	Prueba diagnóstico	Pluma o lápiz y colores
<p>3. Las ideas previas de los alumnos (10 minutos) Sondeo de las respuestas generadas por los alumnos en la prueba diagnóstico con una breve retroalimentación.</p>	Inicial	Prueba diagnóstico, lluvias de ideas	Pizarrón y marcadores
<p>Desarrollo</p> <p>4. Si ya comí...¿qué comí? (10 minutos) Se preguntará a los alumnos sobre cuáles alimentos han consumido a lo largo del día, se anotarán en el pizarrón y se asociará con el tipo de biomoléculas que han ingerido, enfatizando en los alimentos de origen vegetal y se mencionará que mediante la fotosíntesis, se pueden formar determinados nutrientes.</p> <p>Se preguntará: ¿cómo obtienen otros organismos las biomoléculas que les permiten obtener la energía necesaria para llevar a cabo sus funciones vitales?</p> <p>6. Exposición y discusión del tema fotosíntesis: concepto, fases del proceso e importancia (30 minutos) La profesora realizará la exposición-discusión del tema fotosíntesis abarcando el concepto, la naturaleza de la luz, qué organismos las llevan a cabo, las estructuras y elementos necesarios para que se lleve a cabo, las fases de las reacciones del proceso, así como su importancia para los sistemas vivos y proyectará un video sobre el proceso.</p>	Formativa	Lluvia de ideas	Pizarrón y marcadores.
	Formativa	Preguntas dirigidas	Proyector, presentación en power point, pizarrón y marcadores

<p>Cierre</p> <p>7. Lo que hoy aprendí sobre fotosíntesis es... (10 minutos) En la parte de atrás de la prueba diagnóstico cada alumno escribirá lo que aprendió del tema, tomando como punto de referencia sus respuestas iniciales.</p> <p>8. Las ideas principales del tema son...(10 minutos). Se retomarán las ideas más importantes del tema y se anotarán en el pizarrón en forma de lista para recalcar su relevancia a los alumnos y se resolverán las dudas que existan.</p> <p>*Indicaciones para la siguiente sesión (10 minutos) Se avisará a los alumnos acerca de la realización de dos actividades experimentales de laboratorio en la siguiente clase y se les indicará el material que deben traer.</p>	<p>Formativa Sumativa</p> <p>Formativa</p>	<p>Las respuestas de los estudiantes</p> <p>Preguntas dirigidas</p>	<p>Lápiz o pluma.</p> <p>Pizarrón y marcadores</p>
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------

Secuencia didáctica de la sesión 2

Plantel: Colegio de Ciencias y Humanidades, plantel Sur			
Asignatura: Biología III	Ciclo escolar: 2016-1	Profesor titular: M. en C. Cecilia Garduño Ambriz	Horario: Lunes, miércoles y jueves
<p>Unidad Primera: ¿Cómo se explica la diversidad de los sistemas vivos a través del metabolismo? Propósito: Al finalizar la Unidad, el alumno comprenderá qué es el metabolismo, a través del estudio de diferentes rutas, para que reconozca su importancia en la diversidad biológica. Tema II. Diversidad de los sistemas vivos y metabolismo Subtema. Anabolismo: fotosíntesis y síntesis de proteínas.</p>			
Sesión: 2 Duración: 105 minutos		Fecha: 19 de octubre del 2015	
<p>Contenidos: Las fases de la fotosíntesis Los productos de la fotosíntesis: el oxígeno y el almidón.</p>		<p>Aprendizajes: El alumno Conceptuales. - Identificará al oxígeno y al almidón como uno de los productos de la fotosíntesis. Actitudinales. - Respetará y tolerará la opinión de sus compañeros. - Comprenderá la importancia del trabajo y la discusión en equipo. - Asumirá la responsabilidad de formar parte de un equipo. Procedimentales. - Aprenderá a seguir instrucciones. - Realizará diferentes actividades experimentales para comprender algunos procesos de la fotosíntesis. - Relacionará los resultados de una actividad experimental como información sobre un proceso biológico.</p>	
Secuencia didáctica: Elaboración de actividades experimentales para la comprensión de algunos procesos de la fotosíntesis			
Actividades	Tipo de evaluación	Instrumentos de evaluación	Recursos
<p>Apertura 1. Recordar las ideas principales de la fotosíntesis y presentación de los objetivos (5 minutos). La profesora presentará los objetivos de la sesión y realizará preguntas dirigidas a los alumnos sobre lo visto la clase anterior. Cada respuesta se retroalimentará</p>	Formativa	Preguntas dirigidas	Pizarrón y marcadores

<p>2. Las fases de la fotosíntesis (20 minutos).</p> <p>La profesora formará equipos y entregará un ejercicio sobre las fases de la fotosíntesis, para que identifiquen y relacionen cómo y dónde se lleva a cabo el proceso, así como las moléculas involucradas.</p> <p>3. Ordenamiento de las fases de la fotosíntesis (10 minutos)</p> <p>Se pegarán frases referentes a las fases de la fotosíntesis, en el pizarrón, de forma desordenada y se pedirá a un equipo que pase a ordenarlas, cómo lo hicieron en equipo en el ejercicio anterior.</p> <p>Se discutirá en grupo si es correcto el ordenamiento y se realizarán las correcciones y la retroalimentación necesarias.</p>	<p>Formativa</p> <p>Sumativa</p> <p>Formativa</p>	<p>Trabajo en equipo</p> <p>Ejercicio: Las fases de la fotosíntesis</p> <p>Ejercicio: Las fases de la fotosíntesis.</p>	<p>Lápiz o pluma</p> <p>Tarjetas con frases relacionadas con la fotosíntesis, pizarrón, marcadores.</p>
<p>Desarrollo</p> <p>La profesora indicará que se realizarán las prácticas de laboratorio, entregará y pedirá a los alumnos que soliciten el material necesario, así como mantenerse en equipo.</p> <p>4. Práctica de laboratorio. El oxígeno es uno de los productos de la fotosíntesis (30 minutos)</p> <p>La profesora indicará a los alumnos que la actividad experimental tiene como objetivo que comprendan que el oxígeno es uno de los productos de la fotosíntesis. Los estudiantes montarán el experimento, realizarán el procedimiento, observarán y discutirán los resultados en equipo y contestarán algunas preguntas.</p> <p>5. El almidón es un carbohidrato producto de la fotosíntesis (30 minutos)</p> <p>La profesora indicará que el objetivo de la práctica es que los alumnos identifiquen que el almidón es un producto de la fotosíntesis</p>	<p>Formativa</p> <p>Sumativa</p> <p>Formativa</p> <p>Sumativa</p>	<p>Trabajo y participación en equipo</p> <p>Las respuestas y conclusiones obtenidas</p> <p>Trabajo y participación en equipo</p> <p>Las respuestas y conclusiones obtenidas</p>	<p>Formato de la práctica “El oxígeno es uno de los productos de la fotosíntesis”, lápiz o pluma, materiales de laboratorio, hojas recién cortadas, planta de <i>Elodea</i>.</p> <p>Formato de la práctica: “El almidón es un carbohidrato producto de la fotosíntesis”, lápiz o pluma, algunos materiales del laboratorio,</p>

<p>Los alumnos realizarán el procedimiento, obtendrán y discutirán los resultados, y anotarán las conclusiones a las que llegaron en equipo.</p>			<p>hojas de una planta recién cortadas.</p>
<p>Cierre</p> <p>6. Las ideas más relevantes de las actividades experimentales son... (10 minutos)</p> <p>La profesora retomará las conclusiones a las que llegaron los equipos, con base en lo que observaron de las actividades experimentales, los asociará con el proceso de la fotosíntesis.</p> <p>La profesora retroalimentará y aclarará dudas de lo visto a lo largo de las dos sesiones.</p>	<p>Formativa</p>	<p>Las conclusiones obtenidas de las actividades experimentales Preguntas dirigidas</p>	<p>Pizarrón, marcadores</p>

Secuencia didáctica para la sesión 3

Plantel: Colegio de Ciencias y Humanidades, plantel Sur			
Asignatura: Biología III	Ciclo escolar: 2016-1	Profesor titular: M. en C. Cecilia Garduño Ambríz	Horario: Lunes, miércoles y jueves
Unidad Primera: ¿Cómo se explica la diversidad de los sistemas vivos a través del metabolismo? Propósito: Al finalizar la Unidad, el alumno comprenderá qué es el metabolismo, a través del estudio de diferentes rutas, para que reconozca su importancia en la diversidad biológica. Tema II. Diversidad de los sistemas vivos y metabolismo Subtema. Anabolismo: fotosíntesis y síntesis de proteínas.			
Sesión: 3 Duración: 100 minutos		Fecha: 21 de octubre del 2015	
Contenidos: Fotosíntesis		Aprendizajes: El alumno: Conceptuales: aprenderá qué es un mapa mental. Actitudinales. Comprenderá la importancia del uso de herramientas que le permitan ser consciente de lo que ha aprendido y comprendido sobre un tema Procedimentales. - Elegirá, organizará y ordenará las ideas clave del tema fotosíntesis. - Elaborará un mapa mental sobre la fotosíntesis	
Secuencia didáctica: Elaboración de los mapas mentales			
Actividades Duración	Tipo de evaluación	Instrumentos de evaluación	Recursos
Apertura 1. Las ideas principales de la sesión anterior y presentación de los objetivos de la clase (10 minutos) La profesora presentará los objetivos de la sesión y retomará las ideas y conceptos más relevantes sobre las sesiones anteriores, y los anotará en el pizarrón.	Formativa	Preguntas dirigidas	Pizarrón y marcadores
Desarrollo 2. ¿Qué es un mapa mental? (15 minutos). La profesora explicará qué es un mapa mental, para qué se utilizan y cómo se elaboran.	Formativa	Lluvias de ideas	Pizarrón y marcadores

<p>3. Elaboración de un mapa mental grupal sobre “Vacaciones” (15 minutos) Se elaborará un mapa mental de forma grupal, con ayuda de la profesora, en el pizarrón, y se harán las observaciones pertinentes sobre el mismo.</p>	<p>Formativa</p>	<p>Lluvia de ideas Preguntas dirigidas Mapa mental</p>	<p>Pizarrón y marcadores</p>
<p>4. Extracción y delimitación de los conceptos principales sobre fotosíntesis (10 minutos). La profesora preguntará al grupo cuáles consideran que son los conceptos, palabras o frases clave del tema “Fotosíntesis”, y las anotará en el pizarrón. Se discutirá en grupo si todas deben ser incluidas, se decidirá si alguna debe ser eliminada y cada uno decidirá cuáles utilizará.</p>	<p>Formativa</p>	<p>La lista de conceptos</p>	<p>Pizarrón y marcadores</p>
<p>5. Elaboración del mapa mental sobre “Fotosíntesis” individual (50 minutos). La profesora indicará a los alumnos realizarán el mapa mental de manera individual, para ello subrayarán los conceptos y palabras clave de diferente color conforme consideren su jerarquización, utilizando como referencia los colores utilizados en los semáforos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ideas primarias: rojo. • Ideas secundarias: amarillo. • Ideas terciarias: verde. • Otras ideas de menor jerarquización: azul. 	<p>Formativa Sumativa</p>	<p>Mapa mental</p>	<p>Hojas blancas, plumas, colores, plumones.</p>
<p>Cierre</p> <p>6. Agradecimientos y evaluación al profesor. La profesora agradecerá a los alumnos y a la supervisora y entregará una evaluación de su desempeño y la pertinencia de las actividades, para que lo contesten</p>			<p>Formato de evaluación del desempeño docente</p>

Posterior a la planeación de la secuencia didáctica, se elaboraron y prepararon las actividades y los recursos que se utilizaron a lo largo de las sesiones.

El objetivo de la primera sesión fue conocer las ideas previas de los alumnos sobre el tema, para ello se elaboró una evaluación diagnóstica, conformada por cuatro preguntas y la elaboración de un esquema. También se elaboró una presentación en *power point* como apoyo para la explicación del marco teórico establecido en la estructura conceptual. A continuación, se muestra la evaluación diagnóstica.

Lo que yo sé acerca de la fotosíntesis

Nombre:

Fecha:

Instrucciones: a) Contesta las siguientes preguntas.

- 1. ¿Qué es la fotosíntesis?**
 - 2. ¿Qué sistemas vivos la llevan a cabo?**
 - 3. ¿Qué elementos son necesarios para que se lleve a cabo la fotosíntesis?**
 - 4. ¿Cuáles son los productos que se obtienen de la fotosíntesis?**
- b) Elige uno de los sistemas vivos que hayas anotado que realizan fotosíntesis y elabora un esquema en donde**
- indiques todas sus partes,**
 - señales por cuál de esas partes obtiene los elementos para llevar a cabo la fotosíntesis,**
 - señales a cuáles de esas partes llegan los productos de la fotosíntesis.**

En la sesión dos, se buscó reafirmar el contenido abordado en la primera sesión mediante la explicitación y aclaración de las dudas de los estudiantes. Con eso en mente, se elaboró una actividad llamada “Las fases de la fotosíntesis” (anexo 1) y dos prácticas experimentales de laboratorio, una denominada “El oxígeno es uno de los productos de la fotosíntesis” (anexo 2) y la otra “El almidón es un carbohidrato producto de la fotosíntesis” (anexo 3), para que las resolvieran en equipo.

En la última sesión el objetivo fue la elaboración de los mapas mentales por los estudiantes, para ello se utilizaron imágenes de diferentes mapas mentales para

que sirvieran como ejemplo. También se elaboraron dos rúbricas para evaluar la construcción y el contenido incluido en el mapa mental de cada uno, ya que una de ellas, la de evaluación del contenido, se entregó a los estudiantes para que supieran que se consideraría al revisarlos. A continuación, se muestran las dos rúbricas elaboradas.

Rúbrica de evaluación de la construcción del mapa mental.

Categoría	Subcategoría	Evaluación		
		Excelente (3 puntos)	Suficiente (2 puntos)	Requiere más trabajo (1 punto)
Representación grafica	Jerarquización	Ordena el tema del centro a la periferia	Inicia el tema desde el centro, pero no continua un patrón hacia la periferia	No ordena el tema del centro a la periferia
	Elementos de asociación	Utiliza diferentes elementos de asociación para establecer relaciones entre las ideas	Utiliza pocos elementos de asociación	No utiliza elementos de asociación
	Comprensión e interpretación del MM	Usa palabras clave y se diferencian las ramas	Usa frases cortas con dificultad para diferenciar las ramas	Usa frases largas sin diferenciación de las ramas
Estructura y organización de las ideas	Relaciones jerárquicas	Distingue las ideas principales de las secundarias	Distingue algunas ideas principales y secundarias	No distingue entre ideas principales y secundarias
	Amplitud de las relaciones jerárquicas	Las relaciones jerárquicas son mayores a tres ramas	Entre dos y tres relaciones jerárquicas	Solamente hay una relación jerárquica
Comprensión del núcleo temático	Síntesis de ideas o conocimientos	Utiliza palabras clave y esquemas	Utiliza frases con menos de 10 palabras y pocos esquemas	Utiliza frases con más de 10 palabras y pocos o ningún esquema
	Expresa las ideas principales	Incluye el contenido básico del tema	Incluye contenido no básico del tema	No incluye contenido básico del tema
	Ideas principales y secundarias	Separa las ideas principales de las secundarias	Separa algunas ideas principales de las secundarias	No separa las ideas principales de las secundarias
Reflejo creativo		La reorganización y enfoque de la información reflejan creatividad	La reorganización y enfoque de la información	La reorganización no refleja creatividad

			reflejan cumplimiento	
Implicación personal*		Se percibe disposición para realizar el MM	Se percibe poca disposición para realizar el MM	No se percibe disposición para realizar el MM
Ortografía y gramática		Todas las palabras tienen acentos y vocales correctos	Más de quince palabras tienen acentos y vocales correctos	Menos de ocho palabras tienen acentos y vocales correctos
* Este punto se evaluó al momento de la realización del MM				

Rúbrica de evaluación del contenido de fotosíntesis en el mapa mental.

Categoría		Evaluación		
		Excelente (3 puntos)	Suficiente (2 puntos)	Requiere más trabajo (1 punto)
Representación gráfica y síntesis de las ideas	Síntesis	Utiliza frases de menos de 5 palabras o conceptos	Utiliza frases con 5 a 9 palabras	Utiliza frases de mas de 10 palabras
	Conceptos	Utiliza entre 25 y 30 conceptos mencionados en las sesiones	Utiliza entre 25 y 15 conceptos mencionados en las sesiones	Utiliza menos de 15 conceptos mencionados en las sesiones
	Ordenamiento	La palabra fotosíntesis está en el centro	La palabra fotosíntesis y otra(s), se encuentra(n) en el centro	La palabra fotosíntesis no está en el centro
	Ramificaciones	Representa más de cinco ramificaciones	Representa entre tres y cinco ramificaciones	Representa menos de dos ramificaciones
Contenido conceptual	Tipo de proceso	Menciona que la fotosíntesis es un tipo de metabolismo anabólico	Menciona que la fotosíntesis es un tipo de metabolismo	No menciona qué tipo de metabolismo es la fotosíntesis
	Organismos fotosintetizadores	Indica que la fotosíntesis la realizan plantas, algas y algunas bacterias	Indica uno o dos tipos de organismos que realizan la fotosíntesis	No indica cuáles organismos realizan la fotosíntesis
	Importancia para los organismos fotosintetizadores	Indica la importancia del proceso	Indica incorrectamente la importancia del proceso	No indica la importancia del proceso
	Lugar en que ocurre	Menciona que la fotosíntesis se realiza en los cloroplastos de las plantas y algas	Menciona que se realiza en las células de las plantas y algas	No menciona donde se lleva a cabo

	Fases de la fotosíntesis	Menciona que el proceso se divide en dos fases	No menciona alguna de las fases del proceso	No menciona las fases de la fotosíntesis
	Pigmentos fotosintéticos	Indica cuales son y su papel en el proceso	Menciona los pigmentos, pero no su papel en el proceso	No menciona los pigmentos
	Importancia de la luz	Indica la importancia de la luz en el proceso	No indica la importancia de la luz en el proceso	No menciona a la luz
	Fase de las reacciones dependientes de la luz	Menciona donde ocurre, los sustratos y productos	No menciona correctamente donde ocurre, ni todos los sustratos o productos	No menciona donde ocurre, los sustratos ni los productos
	Fase de las reacciones no dependientes de la luz	Menciona dónde ocurre, los sustratos y productos	No menciona correctamente dónde ocurre, ni todos los sustratos o productos	No menciona dónde ocurre, los sustratos ni los productos
	Importancia	Indica tres o más puntos importantes para los demás sistemas vivos	Indica menos de tres puntos importantes para los demás sistemas vivos	No indica su importancia para los demás sistemas vivos

4.2 Fase de intervención didáctica

Se seleccionaron dos grupos de la ENCCH plantel Sur del quinto semestre. El grupo 1 estuvo conformado por 28 alumnos de entre 17 y 18 años, el 92% eran mujeres y el 8% hombres; en el grupo 2 hubo 15 alumnos cuyas edades correspondieron al mismo rango del grupo 1 sin embargo el 33% eran mujeres y el 67% hombres. Con ambos grupos se trabajó durante las tres sesiones con la misma secuencia didáctica.

La primera sesión inició con una dinámica de integración para conocer mejor a los estudiantes y establecer la pauta para plantear los objetivos de la estrategia, en general, y los de la primera sesión. Posteriormente se pidió a los alumnos que pensarán sobre la fotosíntesis sin decir nada y se les entregó la evaluación diagnóstica para que la contestaran.

Una vez que terminaron se sondearon algunas de las respuestas y se retomaron para iniciar la explicación del proceso de la fotosíntesis, abarcando desde la definición del concepto y los conceptos asociados como luz y cloroplastos, qué sistemas vivos la llevan a cabo, cuáles son los sustratos y productos, así como las reacciones que se llevan a cabo en las dos fases del proceso.

Se realizaron preguntas durante la explicación para conocer el nivel de comprensión de los estudiantes retomando lo que no entendieron. Al finalizar la explicación se aclararon las dudas y se pidió a los alumnos que en un apartado titulado “lo que hoy aprendí sobre la fotosíntesis”, escribieran lo que aprendieron sobre el tema. Al finalizar se les indicó que la siguiente sesión se realizarían dos prácticas de laboratorio, por lo que se les dijo los materiales que debían llevar.

La sesión 2 inició con el señalamiento de los objetivos de la misma, se rescataron las ideas principales de lo que se abordó en la sesión 1 con ayuda de preguntas dirigidas a los estudiantes. Después se organizaron equipos para que los alumnos trabajaran el resto de la sesión las diferentes actividades planteadas.

La siguiente actividad consistió en la resolución de una relación de columnas y la identificación del lugar en donde se llevan a cabo las reacciones de la fotosíntesis, en un esquema, para determinar el nivel de comprensión de los alumnos sobre el tema. Una vez que terminaron, se entregaron unas tarjetas con el nombre de algunas estructuras y moléculas involucrados en la fotosíntesis a un equipo, para que los ubicaran en el lugar correspondiente en un esquema representado en el pizarrón. El resultado se revisó de forma grupal, para reafirmar el contenido abordado, así como para aclarar las dudas de los estudiantes.

Posteriormente se realizaron las prácticas de laboratorio, con la explicación previa del objetivo que perseguían cada una y cuál era su relación con el tema; al finalizar, se retomaron e hicieron explícitas las conclusiones de cada una, utilizándolo como un medio para aclarar las dudas existentes.

Durante la última sesión se enseñó a los estudiantes qué son y cómo se elaboran los MM, se mostraron algunas imágenes a manera de ejemplo y se construyó uno de forma grupal el tema “vacaciones” para mostrarles de forma práctica su construcción y comprendieran mejor el proceso.

Después se pidió a los alumnos que listaran los conceptos que ellos pensaban que se debían incluir en el mapa mental, mediante una lluvia de ideas grupal, se anotaron en el pizarrón y se les indicó que cada uno escribiera, con base en su criterio, aquellos que consideraban importantes para incluir en sus mapas. Se hizo hincapié en que no debían incluir todos si así lo decidían y que podían agregar alguno que no fue mencionado.

Se les indicó que identificaran y separaran ideas principales, secundarias y terciarias, utilizando como referencia los colores del semáforo, para que procedieran a crear su mapa mental. También se les entregó y se revisó la rúbrica de evaluación del contenido de mapa mental, para que conocieran qué aspectos se evaluarían.

Una vez que finalizaron la construcción de los MM, se les entregó un cuestionario de evaluación al desempeño del profesor, para marcar el término de las sesiones.

4.3. Fase de evaluación

La tercera fase consistió en la evaluación de las respuestas plasmadas en la evaluación diagnóstica, las actividades y los mapas mentales elaborados por los estudiantes. Todos los resultados de las evaluaciones fueron graficados de forma separada para cada grupo.

La evaluación de la prueba diagnóstica, que estuvo conformada por cuatro preguntas y la identificación de algunas estructuras en un esquema, constó de tres aspectos: si las preguntas eran correctas o no, agruparlas de acuerdo a su similitud y la revisión del esquema.

Para determinar si las respuestas de los alumnos fueron correctas o no, se establecieron cuatro categorías: a) respuesta correcta; b) respuesta correcta pero

incompleta, c) respuesta incorrecta, d) no contestó. El esquema se evaluó con una rúbrica (anexo 5) a la cual se le asignaron puntajes de acuerdo al nivel alcanzado en su realización.

En el apartado sobre “lo que hoy aprendí sobre la fotosíntesis”, al finalizar la sesión uno, se categorizaron las respuestas con base en sus características en: a) definición del concepto; b) organismos fotosintetizadores; c) ocurre en el cloroplasto; d) los pigmentos o clorofila; e) elementos necesarios para que se lleve a cabo; f) productos que se obtienen; g) las fases de la fotosíntesis. Para su evaluación, se utilizaron las mismas categorías que se establecieron para lo que contestaron los alumnos en la prueba diagnóstica.

La relación de columnas que realizaron en equipo en la segunda sesión, se evaluó para establecer una calificación; a cada reactivo se le asignó un valor de 0.5 puntos y el total correspondió a 10.

Las respuestas de las prácticas de laboratorio se revisaron de manera grupal, por lo cual se dio tiempo para que los alumnos corrigieran sus respuestas en caso de que fueran incorrectas, ya que se utilizaron como el último punto para sondear el aprendizaje, que los estudiantes expresaran sus dudas y fuesen aclaradas, por ese motivo solamente se revisaron y se tomaron en cuenta aquellas respuestas, que a pesar de la retroalimentación, no fueron correctas.

El mapa mental se evaluó con dos rúbricas, una respecto a la construcción y estructura del mismo, y la otra referente al contenido que fue incluido. Finalmente, se realizó el conteo del número de conceptos utilizados por los estudiantes en la prueba diagnóstica, el apartado de “lo que hoy aprendí sobre la fotosíntesis” y el mapa mental para comparar los resultados de cada actividad.

Todos los resultados que se obtuvieron de la evaluación de las actividades de la secuencia didáctica, para la enseñanza y aprendizaje del tema fotosíntesis, se exponen a detalle en el siguiente capítulo.

CAPÍTULO 5. DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

Los resultados que se obtuvieron de las evaluaciones de las actividades de la secuencia didáctica, se describen en el orden en que se realizaron y con referencia al nombre que se le asignó a cada una. Se realizaron las mismas actividades con los dos grupos, los cuales se señalarán en adelante como G1 y G2.

Cabe mencionar que la asistencia de los alumnos varió de un día a otro, por lo que se indicará al inicio de cada descripción, cuántos alumnos realizaron la actividad.

5.1 Evaluación diagnóstica

La evaluación diagnóstica consistió de cuatro preguntas abiertas y la elaboración del esquema de un organismo fotosintético, se consideraron dos criterios para la evaluación de la misma: cuáles fueron las respuestas de los estudiantes, y si eran correctas o no.

En el G1 la evaluación diagnóstica la realizaron 28 estudiantes, mientras que en el G2 fueron 15. Los resultados que se obtuvieron al evaluar si las respuestas fueron correctas, correctas pero incompletas, incorrectas o no hubo respuesta se muestran en las figuras 5.1 y 5.2, y se describen a continuación.

A la pregunta ¿qué es la fotosíntesis?, se planteó como respuesta “es un proceso anabólico que realizan los organismos fotoautótrofos (plantas, algas y algunas bacterias) en el cual utilizan la energía lumínica para sintetizar principalmente carbohidratos, a partir de moléculas inorgánicas”. En el G1 todos los estudiantes respondieron, sin embargo, solamente 7% del total lo hicieron de manera correcta; un total de 24 (el 86%) dieron una respuesta incompleta y 2 (el 7%) la respondieron incorrectamente. En el G2 un total de 10 alumnos, correspondiente al 67%, proporcionaron una respuesta incompleta, solamente 4 (el 27%) acertaron, y 1 (6%), contestó incorrecto.

En la pregunta ¿qué sistemas vivos la llevan a cabo?, la respuesta correcta es: plantas, algas y algunas bacterias. En ambos grupos, 4 estudiantes contestaron correctamente (14% del G1 y 27% del G2). Una respuesta correcta pero incompleta fue dada por 22 en el G1 y por 11 en el G2 (79% y 73%, respectivamente), y solamente en el G1, se encontraron respuestas incorrectas por parte de 2 alumnos (7%).

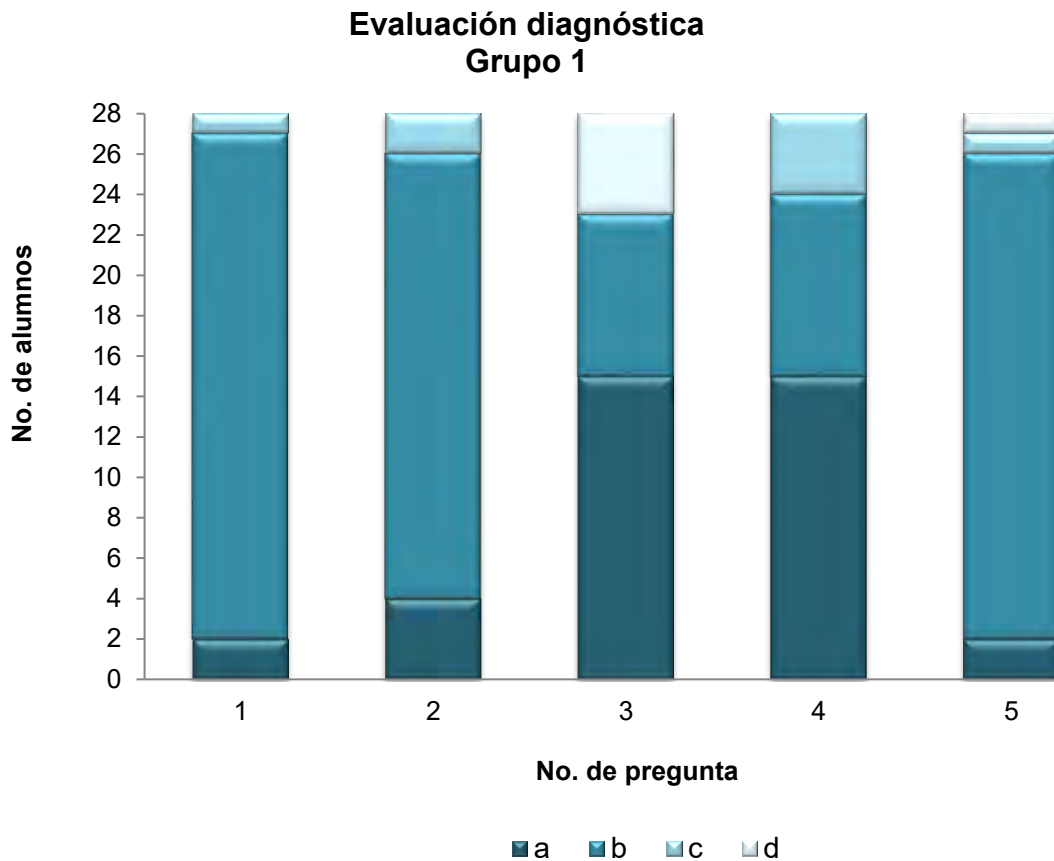


Figura 5.1 Número de alumnos del grupo 1 que tuvieron una respuesta a) correcta, b) correcta pero incompleta, c) incorrecta o d) no contestó, a las cinco preguntas de la evaluación diagnóstica.

Pregunta 1. ¿Qué es la fotosíntesis?
 Pregunta 2. ¿Qué sistemas vivos la llevan a cabo?
 Pregunta 3. ¿Qué elementos son necesarios para que se lleve a cabo la fotosíntesis?
 Pregunta 4. ¿Cuáles son los productos que se obtienen de la fotosíntesis?
 Pregunta 5. Elige uno de los sistemas vivos que hayas anotado que realizan fotosíntesis y elabora un esquema en donde

- indiques todas sus partes,
- señales por cuál de esas partes obtiene los elementos para llevar a cabo la fotosíntesis,
- señales a cuáles de esas partes llegan los productos de la fotosíntesis.

Evaluación diagnóstica Grupo 2

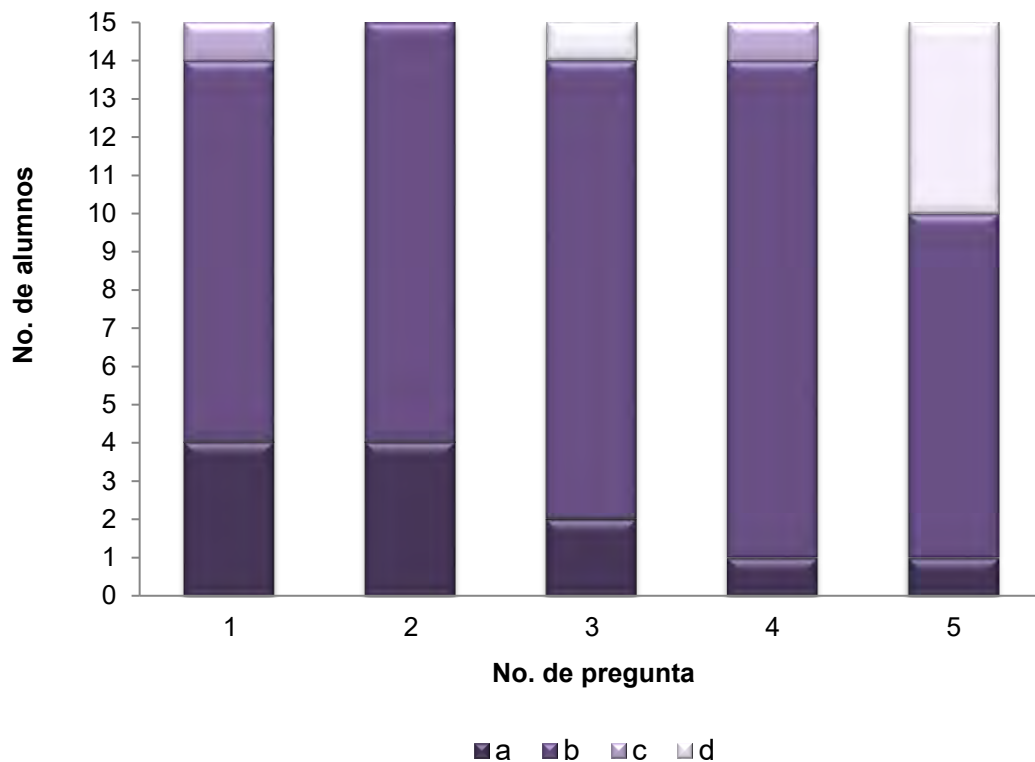


Figura 5.2 Número de alumnos del grupo 2 que tuvieron una respuesta a) correcta, b) correcta pero incompleta, c) incorrecta o d) no contestó, a las cinco preguntas de la evaluación diagnóstica.

Pregunta 1. ¿Qué es la fotosíntesis?

Pregunta 2. ¿Qué sistemas vivos la llevan a cabo?

Pregunta 3. ¿Qué elementos son necesarios para que se lleve a cabo la fotosíntesis?

Pregunta 4. ¿Cuáles son los productos que se obtienen de la fotosíntesis?

Pregunta 5. Elige uno de los sistemas vivos que hayas anotado que realizan fotosíntesis y elabora un esquema en donde

- indiqués todas sus partes,

- señales por cuál de esas partes obtiene los elementos para llevar a cabo la fotosíntesis,

- señales a cuáles de esas partes llegan los productos de la fotosíntesis.

En la pregunta 3, ¿qué elementos son necesarios para que se lleve a cabo la fotosíntesis?, la respuesta es luz, agua y CO₂. En el G1, 15 alumnos (54%) dieron la respuesta correcta y 8 (28%) de forma incompleta, mientras que 5 (18%) no contestaron. En el G2, solamente contestaron un par (13%) de forma correcta, 12 (80%) dieron una respuesta incompleta y 1 (7%) no contestó.

La pregunta 4 ¿Cuáles son los productos que se obtienen de la fotosíntesis?, cuya respuesta es glucosa y oxígeno, fue correcta para 15 (54%) alumnos en el G1, 9 (32%) lo hicieron incompleto y 4 (14%) contestaron incorrecto. En el G2 un estudiante (el 7%) contestó correctamente, 13 incompleto (86%) y 1 (7%) lo hizo incorrecto.

El reactivo 5 consistió en la elaboración del esquema de un organismo fotosintético, indicando todas sus partes, y cuáles participan en la fotosíntesis. En el G1, 2 alumnos lo hicieron correcto (7%), 25 (89%) incompleto y 1 (4%) incorrecto. Del G2 1 alumno (7%) lo realizó correctamente, 9 (60%) lo hicieron incompleto y 5 (33%) no lo elaboraron.

Posteriormente se evaluó cuáles fueron las respuestas dadas por los estudiantes a cada una de las preguntas de la evaluación diagnóstica. A la pregunta ¿Qué es la fotosíntesis?, se encontraron respuestas diferentes por lo que fueron caracterizadas con base en el núcleo de la respuesta, que se consideró así por ser la parte inicial de la misma y similar en cada caso, y el complemento, una parte variable dependiendo del alumno.

Como se muestra en el cuadro 5.1, se encontraron un total de 23 respuestas diferentes para ambos grupos a esta pregunta, de las cuales, 19 fueron en el G1 y 11 en el G2. Del total de respuestas, se identificaron 5 núcleos:

1. es un proceso que realizan las plantas
2. es un proceso metabólico,
3. es un proceso de transformación de materia y/o energía,
4. es un proceso que ocurre en el cloroplasto,
5. es un proceso que realizan los organismos autótrofos.

Una vez que se caracterizaron las respuestas, se identificó cuántos alumnos en cada grupo tuvieron respuestas con el mismo contenido y los resultados fueron los siguientes:

Como se muestra en la figura 5.3, en el G1 se encontraron 19 diferentes respuestas, la número 6 “es un proceso que realizan las plantas y se lleva a cabo en dos fases, luminosa y oscura” fue contestada por 5 estudiantes (18%), la respuesta número 8, “es un proceso que realizan las plantas para producir alimento”, y la 17 “es un proceso que transforma energía lumínica en química”, fue dada por 3 alumnos (11%) en cada caso, la número 4 “proceso que realizan las plantas para producir moléculas y nutrientes” la dieron 2 alumnos (7%), mientras que el resto solamente correspondió a 1 estudiante (4%). El resto de respuestas, tuvo una incidencia de 1 alumno cada una.

Se encontraron dos respuestas incorrectas en el G1, la número 16 “es un proceso anabólico que realizan plantas y fungis para la síntesis de proteínas usando luz”, y la número 18 “es un proceso que transforma la materia orgánica e inorgánica utilizando luz”, dadas por 1 alumno (4%) cada una.

En el G2 se caracterizaron 12 diferentes respuestas (figura 5.3), que de acuerdo al cuadro 5.1 corresponden a la número 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 16 y 22. La respuesta número 1 “es un proceso que realizan las plantas para obtener energía y producir oxígeno” fue dada por 3 estudiantes (20%), mientras que la número 3 “es un proceso que realizan las plantas para producir moléculas”, fue contestada así por 2 estudiantes (13%); el resto estuvieron asociadas solo a 1 individuo. La respuesta número 16, que es incorrecta y también se encontró en el G1, fue dada por 1 alumno (7%)

Sumado a lo anterior, se encontraron coincidencias en algunas respuestas ya que 8 de las 23 que fueron caracterizadas, tuvieron presencia en los dos grupos: la número 1, 4, 6, 7, 8, 9, 16 y 22 (ver cuadro 5.1).

Cuadro 5.1.

Tipos de respuestas de los alumnos del grupo 1 y 2 a la pregunta 1 de la evaluación diagnóstica.

Núcleo de la respuesta	Complemento de la respuesta							
Proceso que llevan a cabo las plantas	1. Para obtener energía y producir oxígeno	2. Para obtener energía	3. Para producir moléculas	4. Para producir moléculas y nutrientes	5. Donde se absorbe luz por los cloroplastos y produce oxígeno y glucosa	6. En dos fases: oscura y luminosa	7. Para transformar energía luminosa en química	8. Para producir alimento
Proceso (relacionado con el metabolismo)	9. Metabólico que realizan las plantas	10. Metabólico anabólico	11. Metabólico que realizan los autótrofos para producir moléculas orgánicas	12. Metabólico que ocurre en los cloroplastos	13. Anabólico que se lleva a cabo en el cloroplasto para la síntesis de sustancias	14. Anabólico que se lleva a cabo en el cloroplasto	15. Anabólico que transforma el agua y el CO ₂ en O ₂ en el cloroplasto	16. Anabólico que realizan plantas y fungis para la síntesis de proteínas usando luz
Proceso	17. Que transforma energía lumínica en química	18. Se transforma la materia orgánica e inorgánica utilizando luz	19. Donde se transforma la energía lumínica en química en el cloroplasto	20. Que realizan los organismos con clorofila para transformar la energía lumínica en química				
Proceso	21. Que ocurre en el cloroplasto							
Proceso que realizan los autótrofos	22. Para producir alimento y obtener energía	23. Utilizando energía lumínica y CO ₂ para producir glucosa						

Pregunta 1
¿Qué es la fotosíntesis?

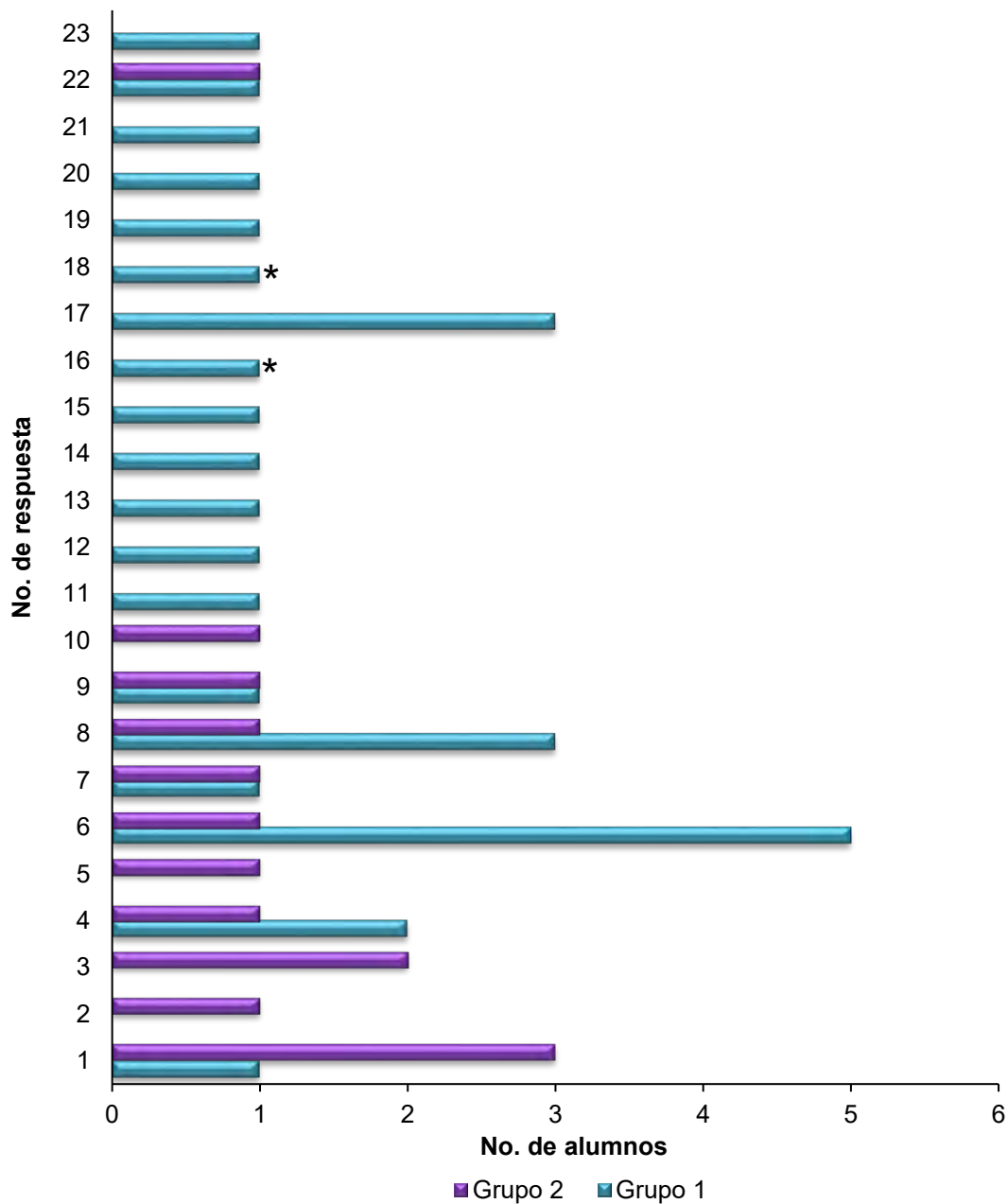


Figura 5.3 Número de alumnos de los grupos 1 y 2, de acuerdo con la respuesta dada a la pregunta 1 de la evaluación diagnóstica. Cada número en el eje de las Y corresponde a una respuesta caracterizada en el cuadro 5.1. El asterisco indica una respuesta incorrecta.

Para ambos grupos en las respuestas que los alumnos dieron a la pregunta ¿Qué sistemas vivos la llevan a cabo?, 27 del G1 y 15 del G2 mencionaron a las plantas, 10 del G1 y 7 del G2 indicaron que las algas, mientras que 6 y 3 (del G1 y G2 respectivamente) respondieron que algunas bacterias, y solamente 2 del G1 incluyeron a los hongos (figura 5.4).

En las respuestas a la pregunta 3 de la prueba diagnóstico ¿qué elementos son necesarios para que se lleve a cabo?, algunas se repitieron en ambos grupos y otras sólo fueron mencionadas en uno u otro. En el G1 los estudiantes contestaron en total 11 diferentes elementos, mientras que en el G2 fueron 10 (figura 5.5). De dichas respuestas, la luz solar (26 alumnos del G1 y 15 del G2, 93% y 100% respectivamente), el H₂O (26 estudiantes del G1 y 12 del G2, 93% y 80% respectivamente) y el CO₂ (23 del G1 y 4 del G2, 82% y 27%), son las que mayor presencia tuvieron.

El O₂, los nutrientes y la temperatura, también fueron incluidos, aunque por menor cantidad de alumnos. Por ejemplo, los nutrientes fueron la respuesta de 4 alumnos del G1 (14%) y 5 del G2 (33%); la temperatura fue mencionada por 7 del G1 (25%) y 1 del G2 (7%); en el G1, 2 alumnos respondieron “pigmentos”, correspondiente al 7%.

En la pregunta 4 ¿cuáles son los productos que se obtienen de la fotosíntesis?, en el G1 los alumnos mencionaron 6 productos diferentes y los del G2 solamente 5 (figura 5.6). El oxígeno fue el producto mencionado en la mayoría de las respuestas ya que 25 estudiantes del G1 (89%) y 13 en el G2 (87%) lo incluyeron.

La energía o ATP también fue muy representativa con 11 presencias en el G1 (39%) y 12 en el G2 (80%), mientras que la glucosa o carbohidratos fue la respuesta en 18 casos en el G1 (64%) y 3 en el G2 (20%). El óxido de carbono fue la respuesta de 1 alumno del G2, sin embargo, es incorrecta.

Pregunta 2. ¿Qué sistemas vivos la llevan a cabo?

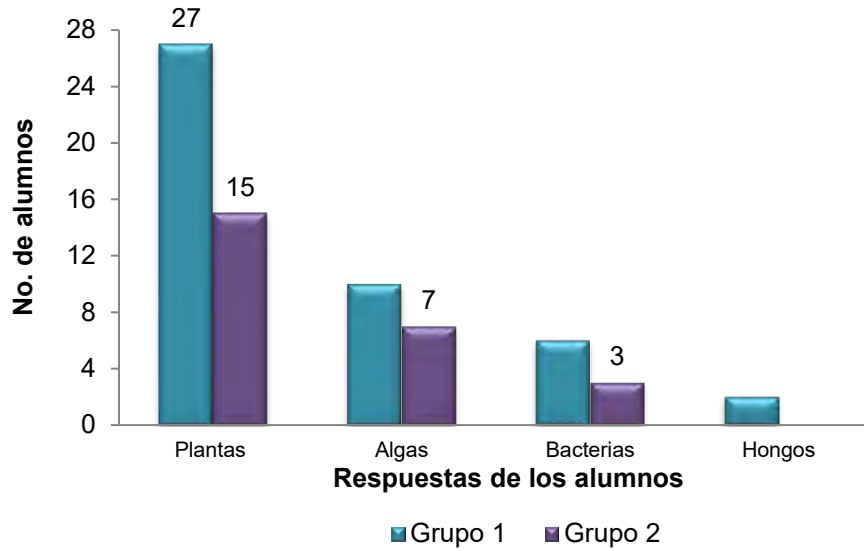


Figura 5.4 Número de alumnos del grupo 1 y 2 en relación con las respuestas dadas a la pregunta 2 de la evaluación diagnóstica.

3. ¿Qué elementos son necesarios para que se lleve a cabo la fotosíntesis?

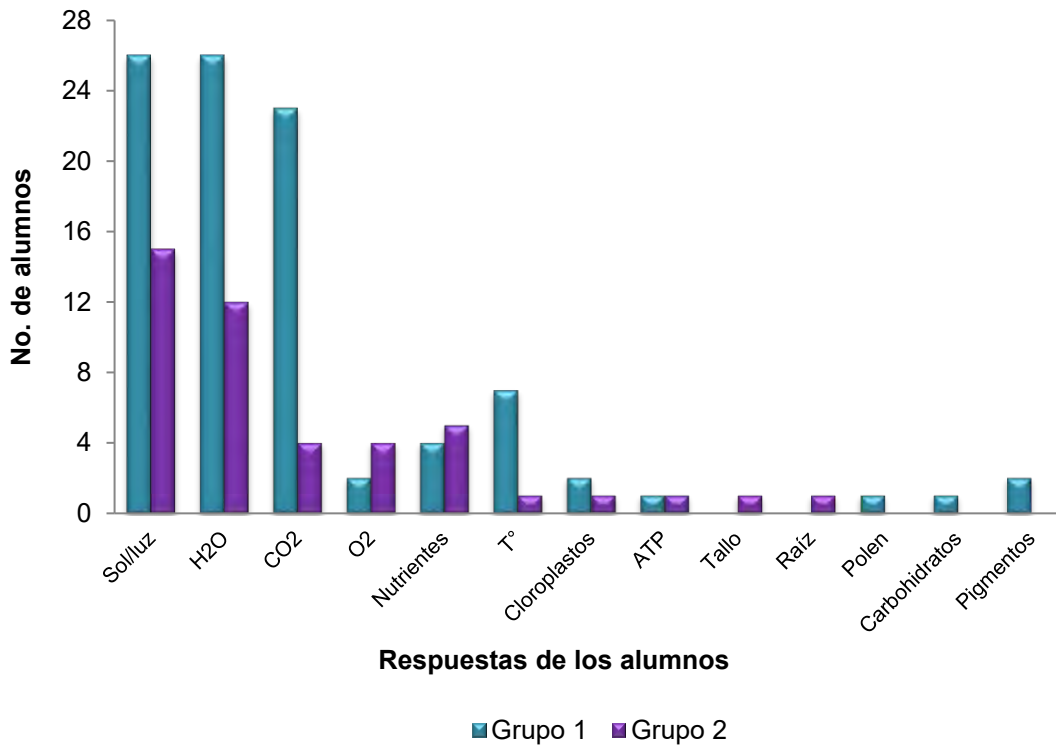


Figura 5.5 Número de alumnos del grupo 1 y 2 en relación con la respuesta que dieron a la pregunta 3 de la evaluación diagnóstica.

4. ¿Cuáles son los productos que se obtienen de la fotosíntesis?

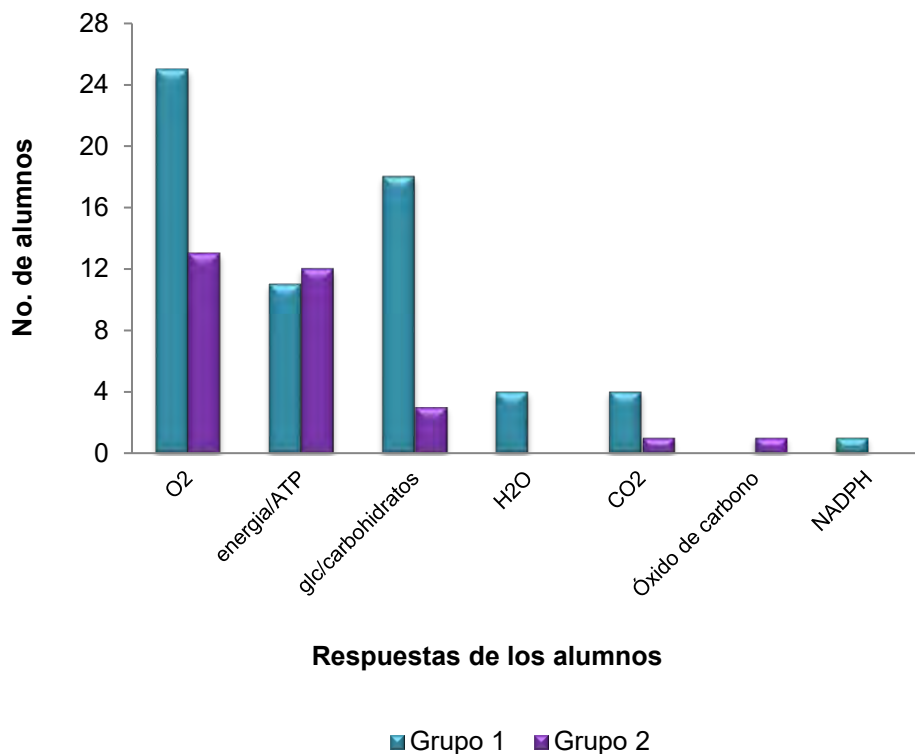


Figura 5.6 Número de alumnos del grupo 1 y 2 en relación con la respuesta que dieron a la pregunta 4 de la evaluación diagnóstica

En la pregunta 5 se indicó a los alumnos que elaboraran el esquema de un organismo autotrófico y se evaluó con una rúbrica; los aspectos que se tomaron en cuenta para ello fueron si el organismo fue representado con todas sus partes y si cada una se señaló, que se indicaran los elementos necesarios para que se realice la fotosíntesis y los productos que se obtienen del proceso.

No todos los estudiantes realizaron el esquema, sin embargo, quienes llevaron a cabo la tarea, elaboraron el de una planta aunque no señalaron todas sus partes y los resultados fueron los siguientes: 20 del G1 (71%) y 6 del G2 (40%) obtuvieron una evaluación suficiente (figura 5.7). Solamente 1 alumno de cada grupo, lo realizó completo.

Los elementos que necesita el organismo para realizar el proceso, así como los productos del mismo, no fueron señalados en su totalidad, algunos no fueron correctos o no se indicó por dónde los obtiene del medio, en este caso la planta, por lo que los alumnos obtuvieron una evaluación suficiente.

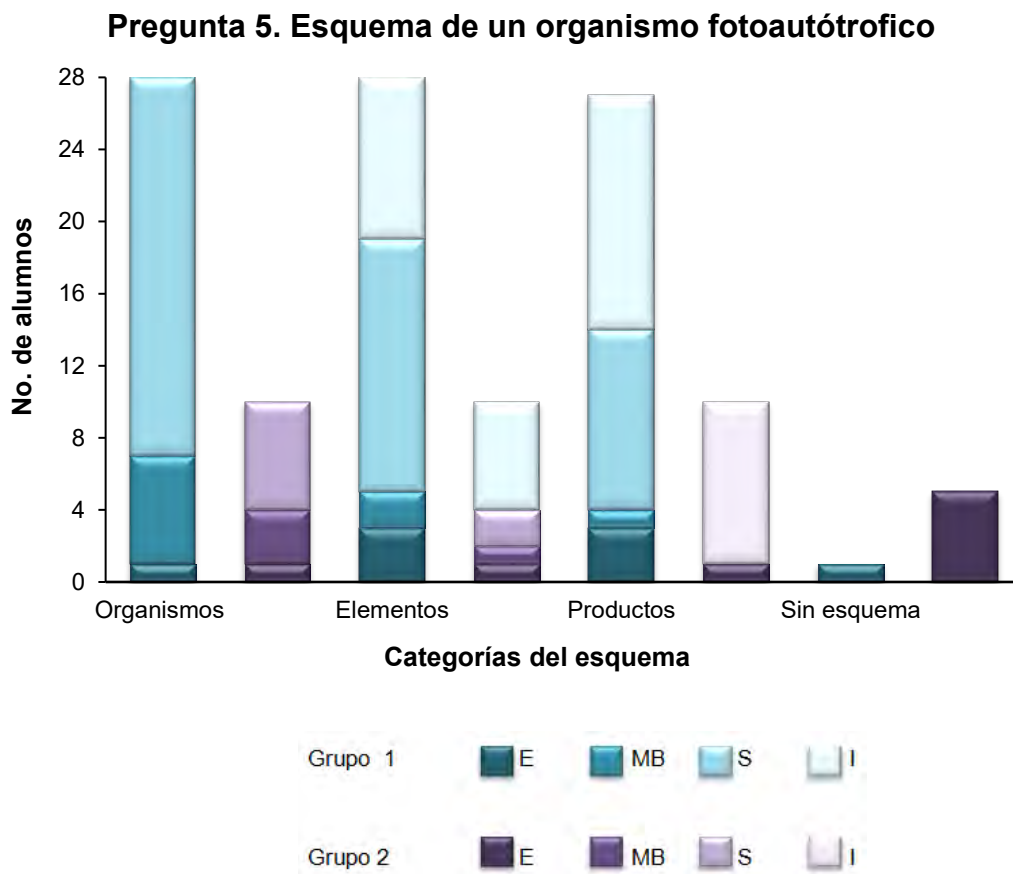


Figura 5.7 Número de alumnos de acuerdo al nivel alcanzado en la evaluación del esquema de la evaluación diagnóstica.
E= excelente, MB= muy bien, S= suficiente, I= insuficiente

En ambos grupos, solamente 3 alumnos indicaron correctamente todos los sustratos y los productos de la fotosíntesis y su relación con las partes de la planta (11% y 20%, respetivamente).

En el G1, 14 (50%) y 10 (36%), alumnos obtuvieron suficiente en el señalamiento de los sustratos y productos, respectivamente, y en el G2 6 (40%) por señalar los sustratos y 9 (60%) los productos de la fotosíntesis.

Finalmente, algunos no realizaron el esquema: 1 del G1 (4%) y 5 en el G2 (33%).

En las figuras 5.8 y 5.9, se muestran algunas evaluaciones diagnósticas que fueron resueltas por los alumnos.

a

Nombre: Karen Fernández
Fecha: 15-10-15

Instrucciones:

a) Contesta las siguientes preguntas.

¿Qué es la fotosíntesis?

Es un proceso químico que transforma la luz del sol en energía química; a través de este proceso se alimentan las plantas.

¿Qué sistemas vivos la llevan a cabo?

Plantas, algas verdes y algunas bacterias.

¿Cuáles elementos son necesarios para que se lleve a cabo la fotosíntesis?

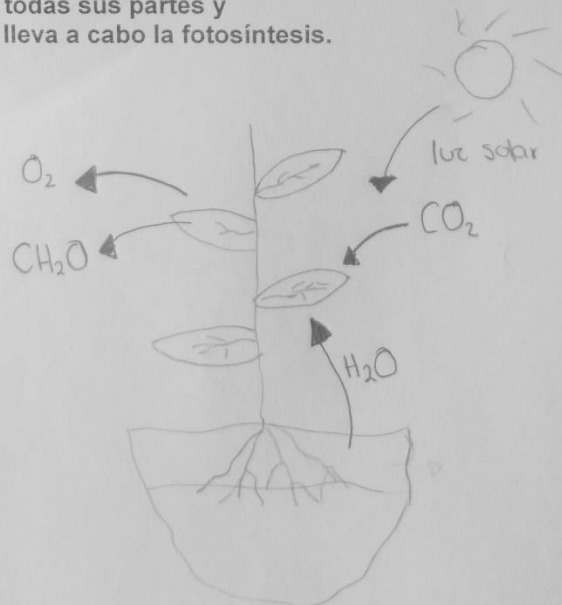
Luz del sol, CO_2 , H_2O , Temperatura, tierra.

¿Cuáles son los productos que se obtienen de la fotosíntesis?

O_2 , CH_2O (hidratos de carbono), ATP

b) Elige uno de los sistemas vivos que hayas anotado que realizan fotosíntesis y elabora un esquema en donde:

- indique todas sus partes y
- cómo se lleva a cabo la fotosíntesis.



b

Nombre: Nanci Farias Diaz

Fecha: 15- Oct - 2015

Instrucciones:

a) Contesta las siguientes preguntas.

¿Qué es la fotosíntesis?

Es la conversión de materia inorgánica a materia orgánica.

¿Qué sistemas vivos la llevan a cabo?

Las plantas
Algas
y algunas bacterias

¿Cuáles elementos son necesarios para que se lleve a cabo la fotosíntesis?

✓ Luz ✓ Agua
✓ Temperatura

¿Cuáles son los productos que se obtienen de la fotosíntesis?

✓ Dioxido de carbono
✓ Oxígeno

b) Elige uno de los sistemas vivos que hayas anotado que realizan fotosíntesis y elabora un esquema en donde:

- indique todas sus partes y
- cómo se lleva a cabo la fotosíntesis.



c

Nombre: Basurto Lucas Sandra
Fecha: 15 / octubre / 2015

Instrucciones:

a) Contesta las siguientes preguntas.

¿Qué es la fotosíntesis?
Conversión de materia orgánica e inorgánica gracias a la energía lumínica

Pigmentos fotosintéticos - la clorofila
¿Qué sistemas vivos la llevan a cabo?
Las plantas, algas.
En las cloroplastos, poseen pigmentos fotosintéticos

¿Cuáles elementos son necesarios para que se lleve a cabo la fotosíntesis?
✓ Luz
✓ Oxígeno
✓ Agua

¿Cuáles son los productos que se obtienen de la fotosíntesis?
✓ Oxígeno ✓ ATP
 ✓ Glucosa

b) Elige uno de los sistemas vivos que hayas anotado que realizan fotosíntesis y elabora un esquema en donde:
- indique todas sus partes y
- cómo se lleva a cabo la fotosíntesis.

Figuras 5.8a, b y c Evaluaciones diagnósticas resueltas por alumnos del G1.

a

Nombre: Jorge Samuel Cisneros Bravo
Fecha: 15/OCT/15

Instrucciones:

a) Contesta las siguientes preguntas.

¿Qué es la fotosíntesis?

Es el proceso mediante el cual las plantas se alimentan

¿Qué sistemas vivos la llevan a cabo?

Las plantas

¿Cuáles elementos son necesarios para que se lleve a cabo la fotosíntesis?

Agua, luz solar, oxígeno

¿Cuáles son los productos que se obtienen de la fotosíntesis?

óxido de carbono, oxígeno

b) Elige uno de los sistemas vivos que hayas anotado que realizan fotosíntesis y elabora un esquema en donde:

- indique todas sus partes y
- cómo se lleva a cabo la fotosíntesis.

b

Nombre: Mondragón Jiménez Eduardo Sebastián
Fecha: 15-Oct-15

Instrucciones:

a) Contesta las siguientes preguntas.

¿Qué es la fotosíntesis?

Es un proceso por la cual las plantas absorben la luz solar por sus cloroplastos para producir glucosa y oxígeno

¿Qué sistemas vivos la llevan a cabo?

Las plantas

¿Cuáles elementos son necesarios para que se lleve a cabo la fotosíntesis?

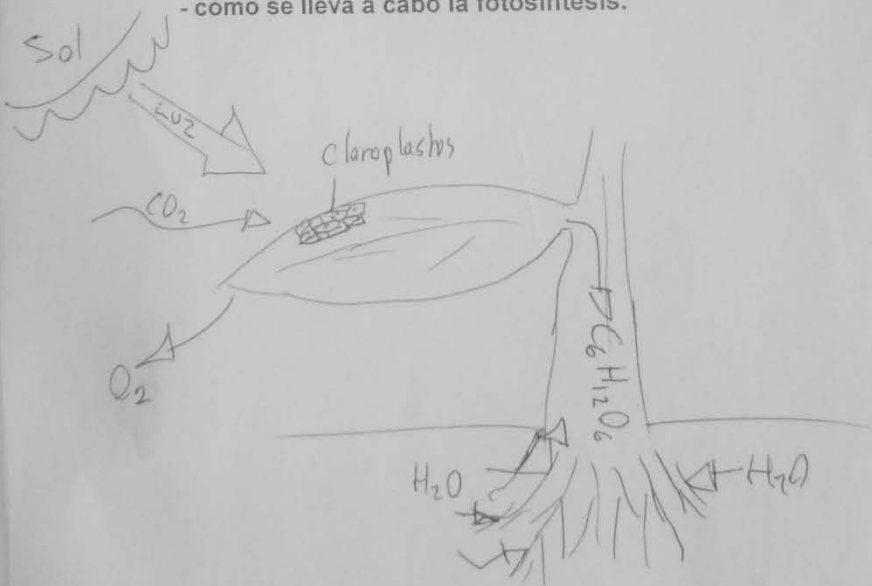
El sol, la tierra, agua, cloroplastos, oxígeno

¿Cuáles son los productos que se obtienen de la fotosíntesis?

Oxígeno y glucosa

b) Elige uno de los sistemas vivos que hayas anotado que realizan fotosíntesis y elabora un esquema en donde:

- indique todas sus partes y
- cómo se lleva a cabo la fotosíntesis.



c

Nombre: Katherine Reyes Morales

Fecha: 15 Octubre 2015

Instrucciones:

a) Contesta las siguientes preguntas.

¿Qué es la fotosíntesis? una conversión de materia inorgánica en orgánica. Es un proceso por el cual las plantas capturan energía en forma de luz y la transforman en energía química.

¿Qué sistemas vivos la llevan a cabo?

Plantas, algas y bacterias

¿Cuáles elementos son necesarios para que se lleve a cabo la fotosíntesis?

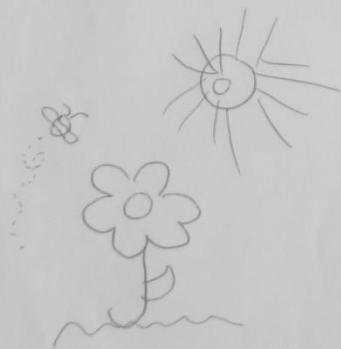
Agua, luz solar, Oxígeno, tierra

¿Cuáles son los productos que se obtienen de la fotosíntesis?

Dioxido de carbono, ATP

b) Elige uno de los sistemas vivos que hayas anotado que realizan fotosíntesis y elabora un esquema en donde:

- indique todas sus partes y
- cómo se lleva a cabo la fotosíntesis.



Figuras 5.9a, b y c. Evaluaciones diagnósticas resueltas por alumnos del G2.

5.2 Lo que hoy aprendí sobre fotosíntesis fue...

Una vez que se explicó cómo se realiza el proceso de la fotosíntesis, se pidió a los estudiantes, al final de la sesión, que escribieran todo lo que aprendieron sobre el tema. Las respuestas fueron agrupadas con base en la información que escribieron en diferentes categorías: la definición del concepto, los organismos fotoautótrofos, en qué organelo se lleva a cabo, cuáles son los pigmentos fotosintéticos, qué es necesario para que ocurra el proceso, cuáles son los productos, cuáles son las fases de las reacciones, qué ocurre en cada una y la importancia de la fotosíntesis (figuras 5.10 y 5.11).

En el G1, gran cantidad de estudiantes no incluyeron en sus respuestas nada relacionado con el cloroplasto (20, igual al 71%), la clorofila o los pigmentos fotosintéticos (20, el 71% del total), ni la importancia de la fotosíntesis para el mundo vivo (26, 93%) (figura 5.12).

La mayor cantidad de respuestas correctas fueron para los productos del proceso (11 alumnos, igual a 39%), seguido de los sustratos (7, 25% del total), los organismos fotosintéticos (6, equivalente al 21%) y la definición (5 estudiantes, un total de 18%). Las respuestas sobre clorofila, sustratos, productos y organismos fotosintéticos, fueron incorrectas para 1 alumno.

En el G2, la mayor cantidad de respuestas correctas fue para los sustratos y los productos de la fotosíntesis, con 4 alumnos cada una (27% del total) (figura 5.13). La importancia, los cloroplastos, los organismos fotoautótrofos y la definición, fueron contestadas correctamente por 3 alumnos cada una (20%).

Igualmente, en el G2, 8 estudiantes (53% del total para cada categoría), incluyeron la definición, los sistemas vivos que realizan fotosíntesis y las fases, aunque incompleto y solamente 6 (40%) mencionaron el cloroplasto, mientras que para los sustratos y productos fueron 5 y 4 alumnos, respectivamente. La importancia y los pigmentos fotosintéticos, fueron omitidos por mayor cantidad (11 y 9, en cada caso).

a

lo que yo aprendí...

Hay un transporte de electrones y con esto las proteínas producen NADPH y ATP.

Claoplasto tiene ADN.

Existe un ciclo llamado Kalvin el cual se regenera y sintetiza la glucosa.

ahora se llama fase independiente de la luz y dependiente.

→ que la liberación de el oxígeno es por que la molécula de H_2O repone los electrones perdidos.

b

lo que yo aprendí de la fotosíntesis hoy es...

Que es un proceso anabólico que realizan los organismos autótrofos para alimentarse.

Necesitan de un pigmento llamado clorofila que es el encargado de absorber la luz del sol.

Los organismos que la llevan cabo son las plantas, algas verdes y algunas bacterias.

Se divide en dos fases:

- Dependiente de luz: produce ATP y NADPH.
- Independiente de luz: sintetiza glucosa, que después se desplaza para formar almidón, carbohidratos, etc.

c

La fotosíntesis es un proceso metabólico que utilizan las células para obtener energía.

En este proceso es indispensable el CO_2 y el H_2O además de la luz.

Los principales productos de este proceso son la Glucosa y el O_2 .

Consta de 2 fases:

- Dependiente de la luz: Se lleva a cabo en los tilacoides
- Independiente de la luz: Se lleva a cabo en el estroma

Figura 5.10a, b y c Respuestas de los alumnos del G1 a la actividad "Lo que hoy aprendí sobre fotosíntesis es..."

a

Lo que yo aprendí de la fotosíntesis es:
Es un proceso metabólico que llevan a cabo las plantas para poder producir oxígeno.
Las plantas toman energía de la luz solar por dos fases, reacciones dependientes e independientes.
La fase de reacciones dependientes necesitan la luz del sol para llevar a cabo el proceso.
La fase de reacciones independientes, no necesariamente necesitan la luz del sol.
El proceso se lleva a cabo en el cloroplasto se conforma por una membrana externa e interna, dentro de las membranas se encuentran los estromas, donde pasa todas las proteínas los electrones, así se crea el NADPH.

b

Lo que yo aprendí de la Fotosíntesis.

- Qué es un proceso metabólico anabólico.
- Que donde ocurre la fotosíntesis ocurre en los cloroplastos.
- El esquema de los cloroplastos con su proceso.
- Tilacoides
- Lo que le da color a la planta es la clorofila.
- La fase luz, las reacciones químicas por ellas al igual que la fase oscura.
- La importancia de la fotosíntesis en la vida, que es necesaria para la respiración.
- El proceso inicia con la toma de CO_2 y H_2O para sintetizar carbohidratos y se libera O_2 .

c

Lo que hoy aprendí de la fotosíntesis
Se lleva a cabo en el tilacoide, específicamente en el cloroplasto, las plantas y algas la llevan a cabo y a que los hongos no tienen clorofila, también que el oxígeno no es la principal materia obtenida de la fotosíntesis.

Figura 5.11a, b y c Respuestas de los alumnos del G2 a la actividad "Lo que hoy aprendí sobre fotosíntesis fue..."

Lo que hoy aprendí fue...
Grupo 1

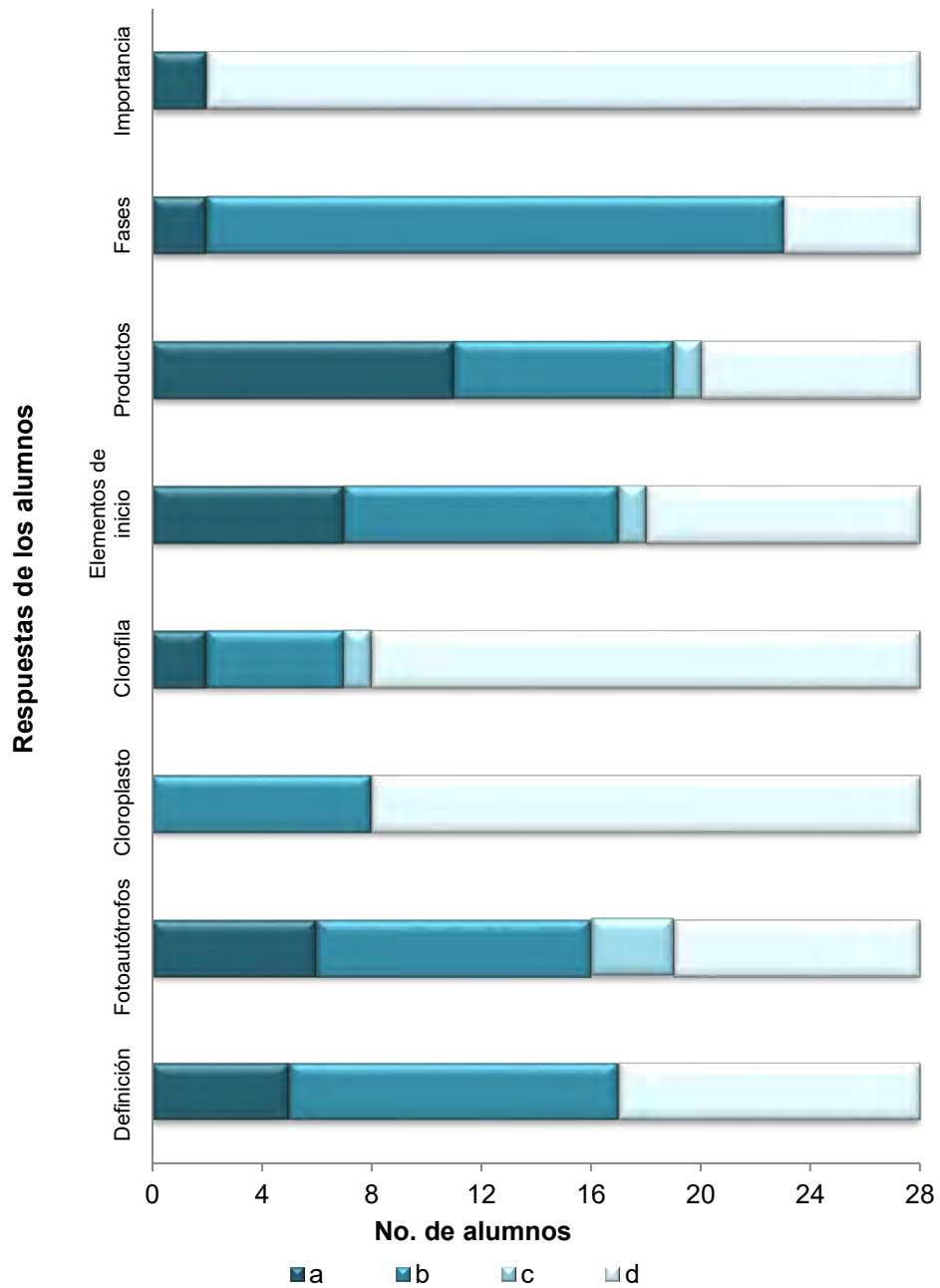


Figura 5.12 Se muestra el número de alumnos del grupo 1 que contestaron a “lo que hoy aprendí sobre fotosíntesis es...” sobre diferentes conceptos involucrados de forma a) correcta, b) correcta pero incompleta, c) incorrecta o d) no lo incluyó.

Lo que hoy aprendí fue...
Grupo 2

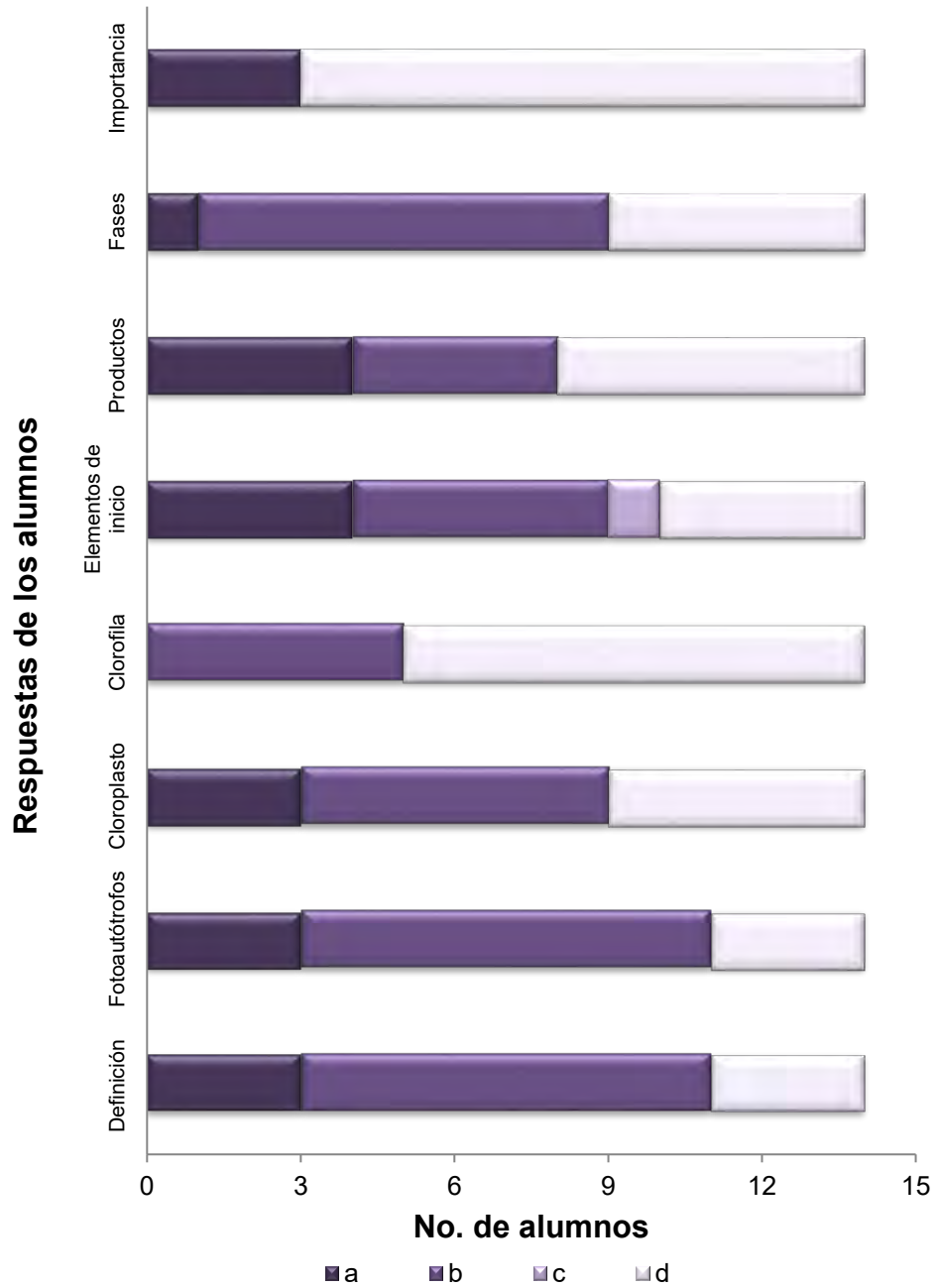


Figura 5.13 Se muestra el número de alumnos del grupo 2 que contestaron a “lo que hoy aprendí sobre fotosíntesis es...” sobre diferentes conceptos involucrados de forma a) correcta, b) correcta pero incompleta, c) incorrecta o d) no lo incluyó.

5.3 La fotosíntesis

La evaluación y calificación de la actividad “La fotosíntesis”, que se realizó en equipo, consistió en la relación de columnas del nombre de las reacciones de las fases de la fotosíntesis y lo que ocurre en cada una, así como completar un cuadro comparativo sobre las estructuras dentro del cloroplasto donde ocurre cada fase, así como los sustratos y los productos de cada una.

Para esta actividad, solamente se consideró que los equipos hayan elegido o respondido la respuesta correcta, para definir la calificación que cada uno obtuvo. La asistencia en el G1 fue de 26 estudiantes y de 16 en el G2.

Los resultados obtenidos indican que, en general, los alumnos pudieron identificar cada una de las reacciones de las dos fases y responder el cuadro comparativo. En el G1, se obtuvieron las calificaciones más alta y más baja de los dos grupos (cuadro 5.1), mientras que, en el G2, ningún equipo alcanzó el 9.

Cuadro 5.1

Calificaciones obtenidas en la actividad de relación de columnas de cada equipo de los grupos 1 y 2.

Equipo	Calificaciones	
	Grupo 1	Grupo 2
1	9,5	8,5
2	7,5	8
3	9,5	8
4	8,5	
5	8,5	

5.4 Prácticas de laboratorio

Se realizaron dos prácticas de laboratorio con los estudiantes organizados en equipo, con el objetivo de que tuvieran una referencia visual indirecta, acerca de algunas reacciones que ocurren en la fotosíntesis, al identificar algunos de los productos del proceso. La primera consistió en observar burbujas generadas por el

oxígeno liberado por una planta sumergida en agua. La segunda fue la observación del almidón almacenado en las hojas de una planta.

A ninguna de las dos actividades se les asignó una calificación ya que se realizaron en equipo y las preguntas planteadas se revisaron y corrigieron, en su caso, de forma grupal, ya que fue el último momento para aclarar las dudas y conceptos, adicionalmente, se monitoreó la comprensión y el aprendizaje de los alumnos. Debido a lo anterior, se revisó que cada alumno tuviera la respuesta correcta.

En la primera práctica se cuestionó acerca del papel del oxígeno en la fotosíntesis y qué factores pueden afectar su liberación por las plantas. En cada caso, todos los equipos de ambos grupos respondieron correctamente, es decir, la concentración de CO₂.

En la segunda práctica casi todos los equipos identificaron que el almidón es una sustancia que se puede utilizar como indicativo de que una planta ha realizado el proceso fotosintético y, por lo tanto, se sintetizó dicho carbohidrato.

5.5 Mapas mentales

Los mapas mentales se evaluaron en dos aspectos: la construcción y estructura y el contenido, para lo cual se elaboraron dos rúbricas (ver capítulo 4.2, pags. 64 a 66). Los resultados indican que, en general, los estudiantes son capaces de construir un mapa con base en las especificaciones que se les dieron. La asistencia a la sesión del G1 fue de 26 alumnos, y de 18 en el G2.

A continuación, se describen con detalle los datos obtenidos de las evaluaciones, se abarcarán primero los relacionados con la construcción y estructura del MM de ambos grupos, después corresponderá al contenido.

En el G1, en casi todas las categorías que se evaluaron, excepto en los elementos que utilizaron para asociar las ideas y conceptos, más de 16 estudiantes alcanzaron el nivel excelente (figura 5.14). Es destacable que en la jerarquización de las ideas, la comprensión del MM, la síntesis, la identificación de las ideas clave, la

diferenciación entre ideas primarias y secundarias, la creatividad y la implicación, 20 alumnos o más, obtuvieron nivel excelente.

La mayoría de los alumnos, 23 (el 88%), obtuvo nivel suficiente en la categoría de elementos de asociación, debido a que utilizaron únicamente flechas y/o líneas. El nivel de logro más bajo (requiere más trabajo) se asignó a 1 alumno en: jerarquización, amplitud de las relaciones, relaciones jerárquicas y diferenciación de ideas primarias y secundarias.

En el G2 se observa una mayor diversidad de nivel en la evaluación dependiendo de la categoría (figura 5.15). Por ejemplo, la mayoría de los estudiantes obtuvo nivel de excelencia en categorías como jerarquización del centro hacia la periferia de los conceptos (17, un total de 94%), implicación fueron 16 (el 89%), la síntesis (12, el 67%), el uso de las ideas principales del tema y la creatividad con 13 (el 72%); ortografía, comprensión del MM y relaciones jerárquicas, con 10 alumnos cada una (55%).

En categorías en las cuales el nivel de la mitad o más fue suficiente, fueron elementos de asociación (13 alumnos, es decir, el 72%) y amplitud de las relaciones jerárquicas (9, el 50%), mientras que el nivel “requiere más trabajo”, tuvo mayor presencia en la categoría de diferenciación de ideas primarias y secundarias, con 4 (el 22% de estudiantes).

Evaluación del mapa mental Grupo 1

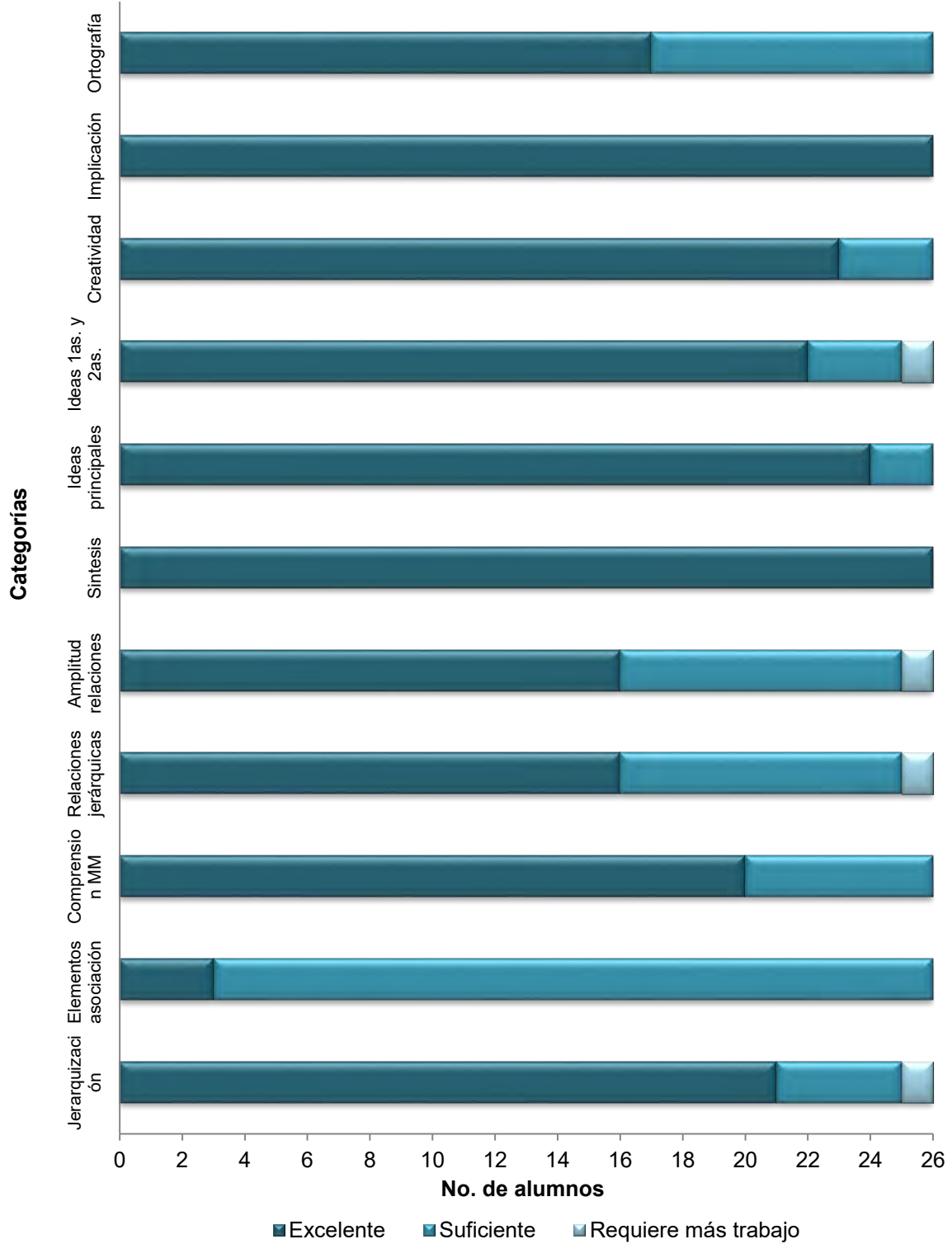


Figura 5.14 Número de alumnos del grupo 1 de acuerdo al nivel alcanzado en cada categoría de la evaluación del mapa mental.

Evaluación del mapa mental Grupo 2

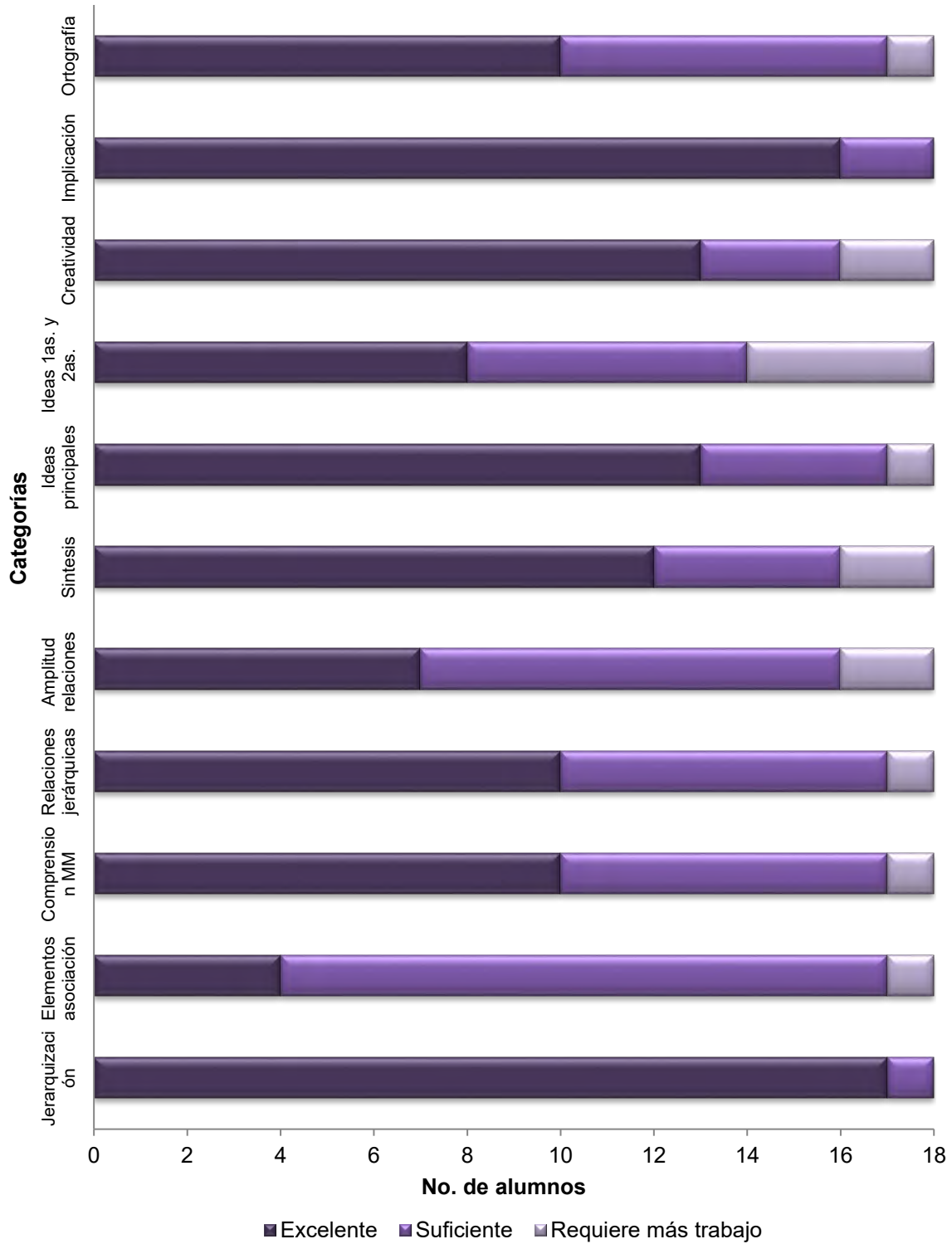


Figura 5.15 Número de alumnos del grupo 2 de acuerdo al nivel alcanzado en cada categoría de la evaluación del mapa mental.

La evaluación del contenido con el mapa mental estuvo enfocada también a diferentes aspectos teóricos básicos de la fotosíntesis, los cuales se abordaron a lo largo de las sesiones. Para ello se consideró que los conceptos e ideas, estuvieran correctamente relacionadas entre sí.

En el G1 la mitad de alumnos o más alcanzaron el mayor nivel en las categorías de síntesis (26, el 100%), ordenamiento de los conceptos (21, el 81%), el número de ramificaciones (15, un total de 58%), qué tipo de proceso es la fotosíntesis (18, es decir, 69%), cuáles son los organismos que la realizan (19, el 73%) y cuáles son las fases del proceso (23, igual al 88%) (figura 5.16).

En un nivel suficiente destacan elementos como el concepto (17, el 65%), la importancia del proceso para los organismos fotoautotróficos (13 alumnos, el 50%), el cloroplasto (16, un total de 61%) y las reacciones de cada una de las fases (con 13 para cada una, el 50%).

La categoría “pigmentos fotosintéticos”, tuvo un nivel “requiere más trabajo para 12 alumnos (el 46%), aunque 23 lo tuvieron para la importancia (88%), y cabe resaltar que solamente 1 estudiante incluyó la importancia para el resto del mundo vivo de forma correcta.

En el G2 más de la mitad de los alumnos, alcanzaron el nivel excelente en los tópicos de síntesis y cuáles son las fases (con 13 cada una, el 72%), ordenamiento del tema (16, un total de 89%), número de ramificaciones del tema así como cuáles son los organismos fotoautótrofos con 12 (el 67% del total en cada una) y qué tipo de proceso es (con 10, el 55%) (figura 5.17).

Acerca del cloroplasto como el sitio donde ocurre el proceso, 14 estudiantes (el 78%), alcanzaron un nivel suficiente, al igual que en la descripción más detallada sobre cada fase y el concepto con 12 cada una (67%). Acerca de la importancia para el resto del mundo vivo, para los organismos fotosintéticos y los pigmentos, la mitad o más tuvieron el nivel más bajo de evaluación; es decir, 17 (94%), 10 (55%) y 9 (50%) de alumnos, respectivamente.

Evaluación con el mapa mental Grupo 1

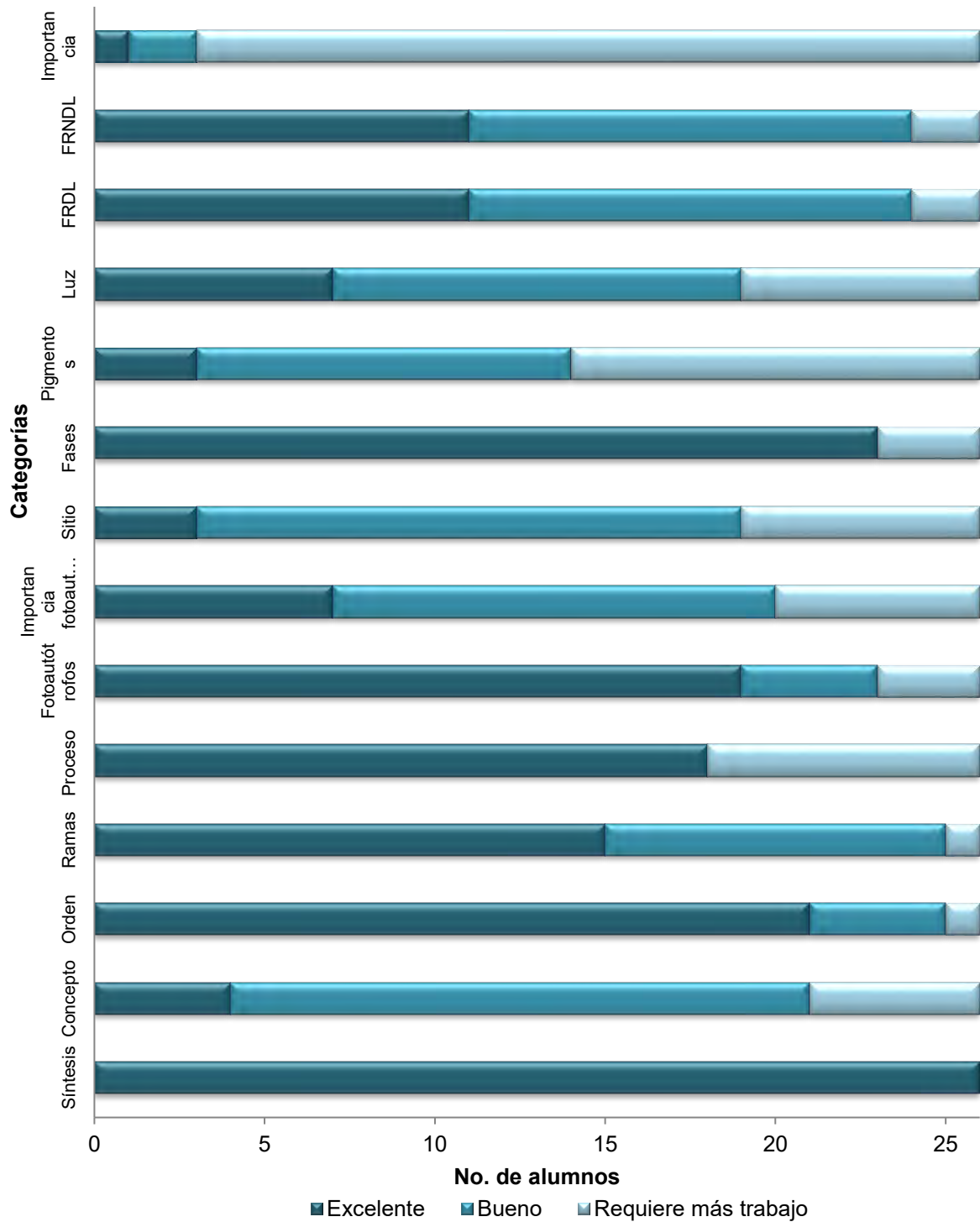


Figura 5.16 Número de alumnos del grupo 1 de acuerdo al nivel alcanzado en cada categoría de la evaluación con el mapa mental.

FRDL= fase de las reacciones dependientes de la luz.

FRNDL= fase de las reacciones no dependientes de luz.

Evaluación con el mapa mental Grupo 2

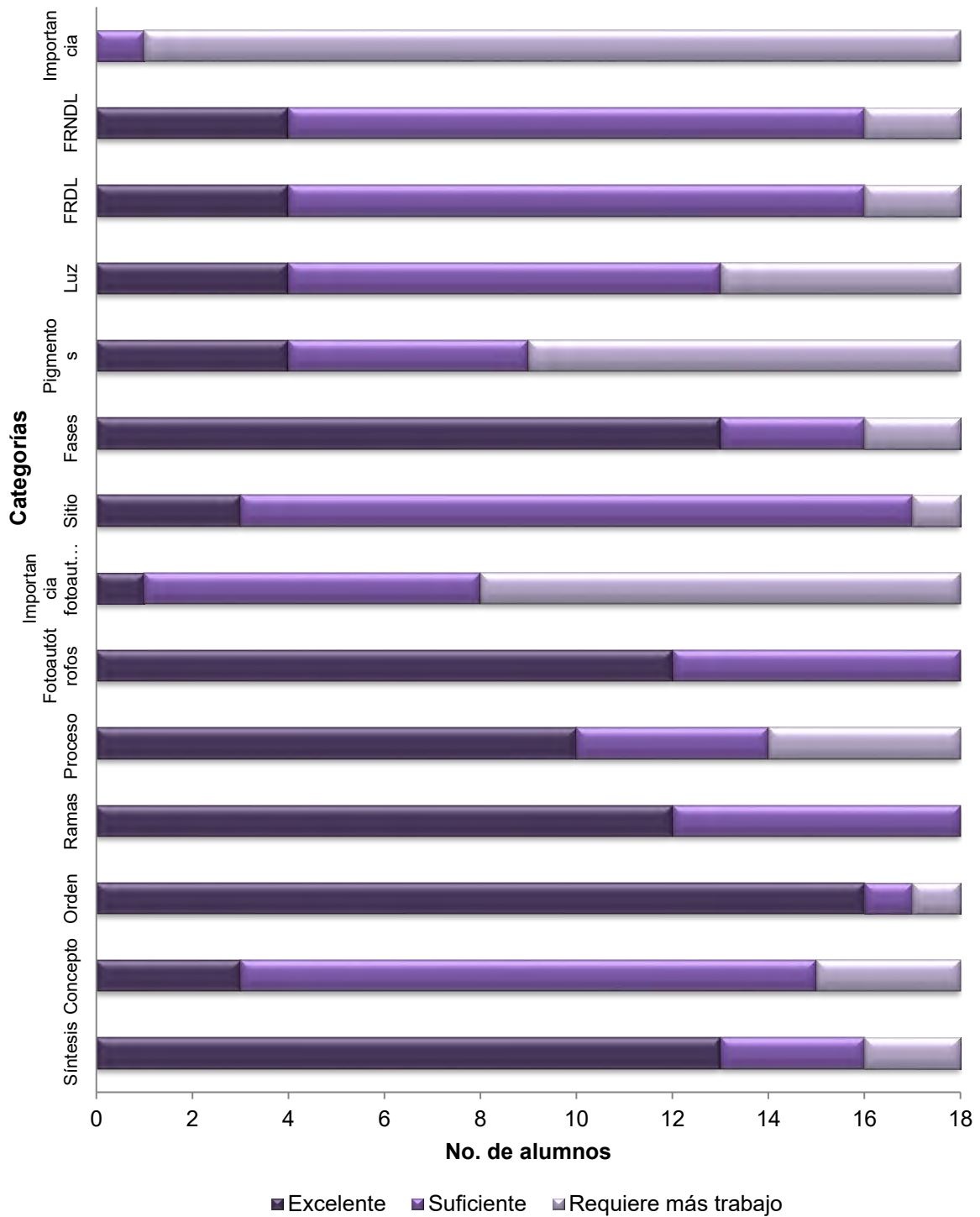


Figura 5.17 Número de alumnos del grupo 2 de acuerdo al nivel alcanzado en cada categoría de la evaluación con el mapa mental.

FRDL= fase de las reacciones dependientes de luz.

FRNDL= fase de las reacciones no dependientes de luz.

En la prueba diagnóstica, la mayor parte de los estudiantes incluyeron entre 6 y 10 conceptos, que corresponden a 20 (el 71%) en el G1 (Tabla 5.2) y en el G2 a 11 (el 73%). Solamente 1 del G1 uso entre 16 a 20 conceptos, y en el G2, de 11 a 15, lo cual representó, la mayor cantidad utilizados en cada grupo.

Tabla 5.2

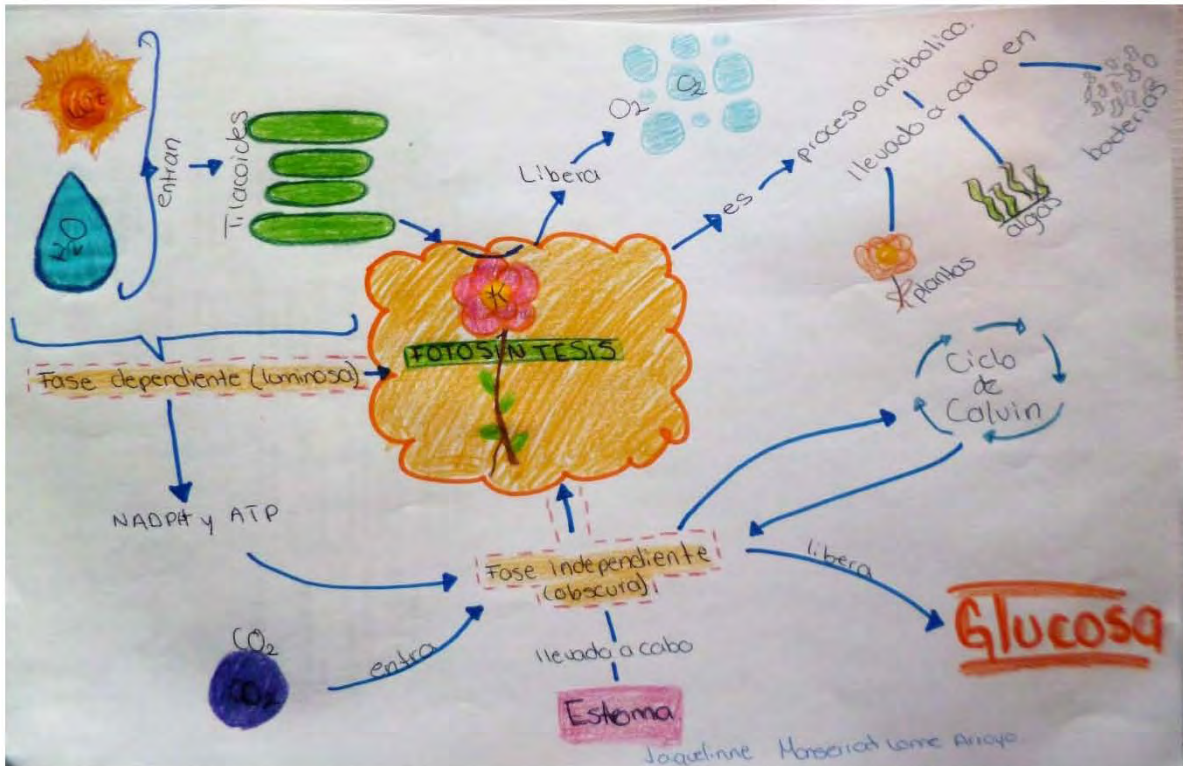
Número de conceptos utilizados por los estudiantes del Grupo 1 y 2 en la prueba diagnóstica, la sección “lo que yo aprendí hoy...” y en el mapa mental.

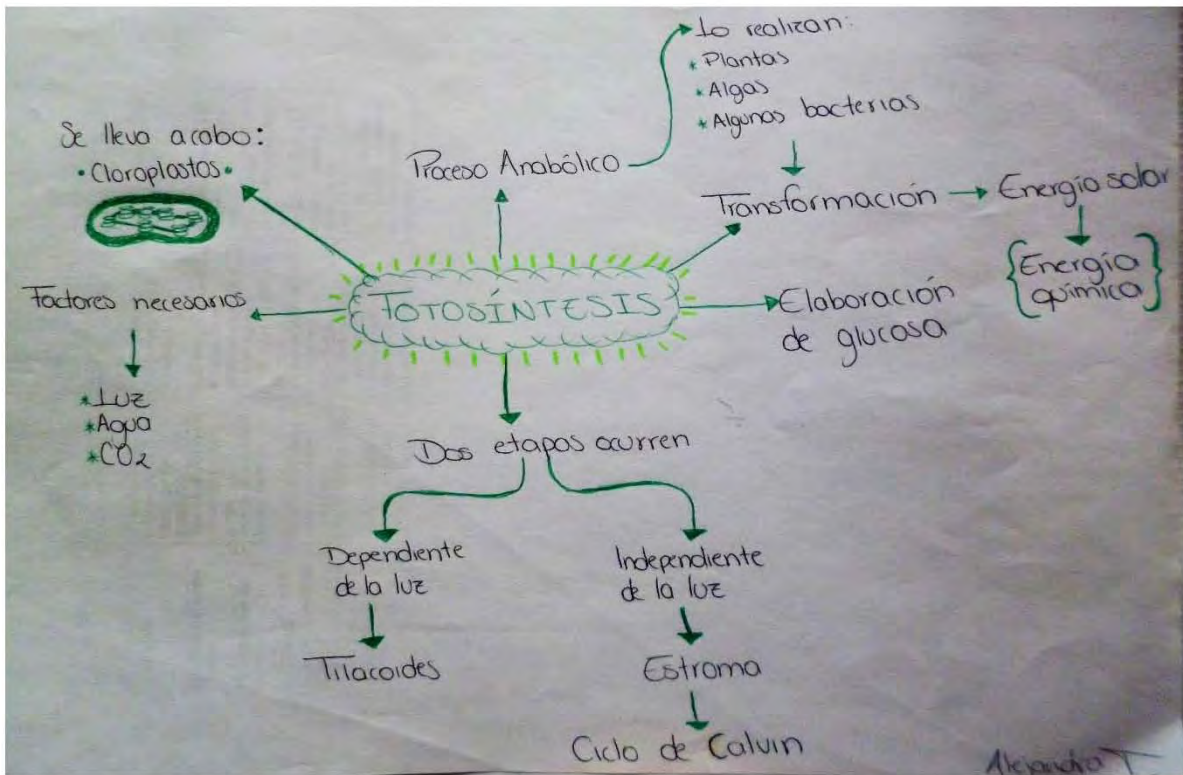
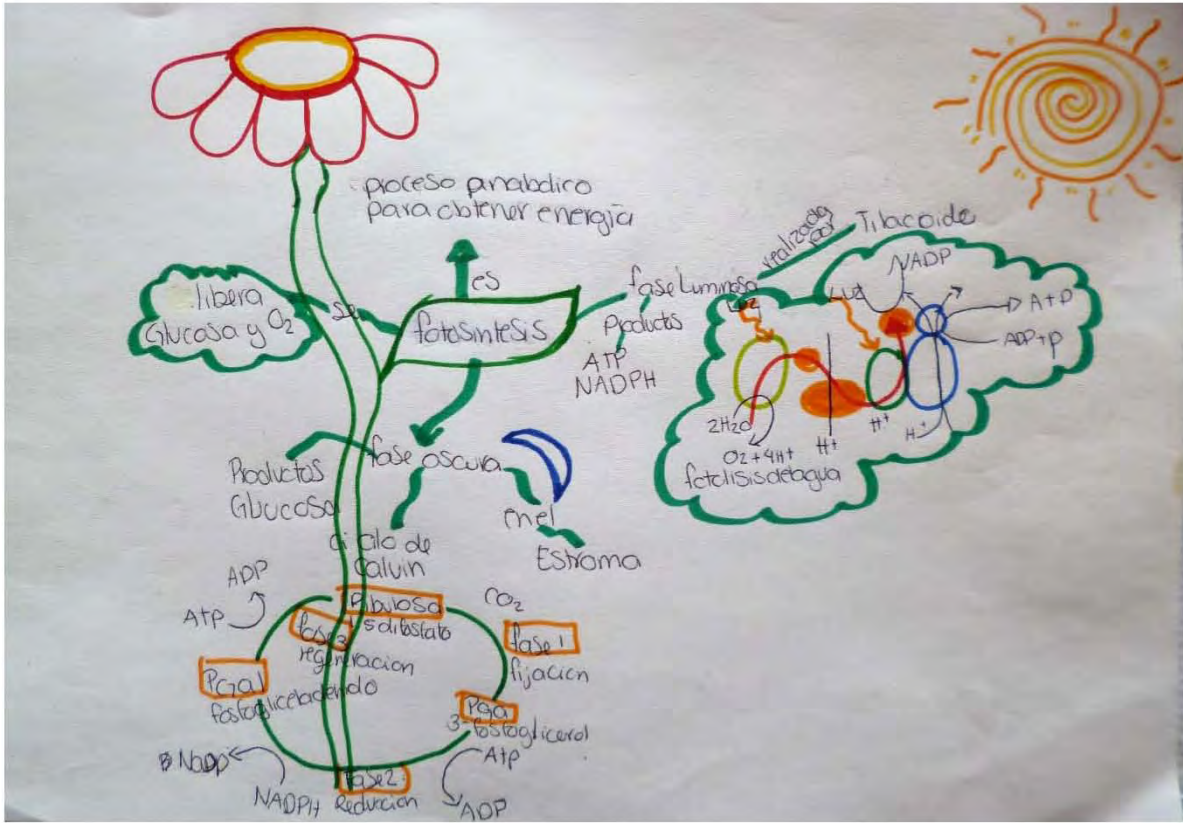
Número de conceptos	Grupo 1			Grupo 2		
	Prueba diagnóstica	Lo que yo aprendí...	MM	Prueba diagnóstica	Lo que yo aprendí...	MM
1 a 5	1	4	-	3	1	-
6 a 10	20	10	-	11	5	-
11 a 15	6	12	5	1	7	3
16 a 20	1	2	9	-	2	6
21 a 25	-	-	7	-	-	8
26 a 30	-	-	4	-	-	-

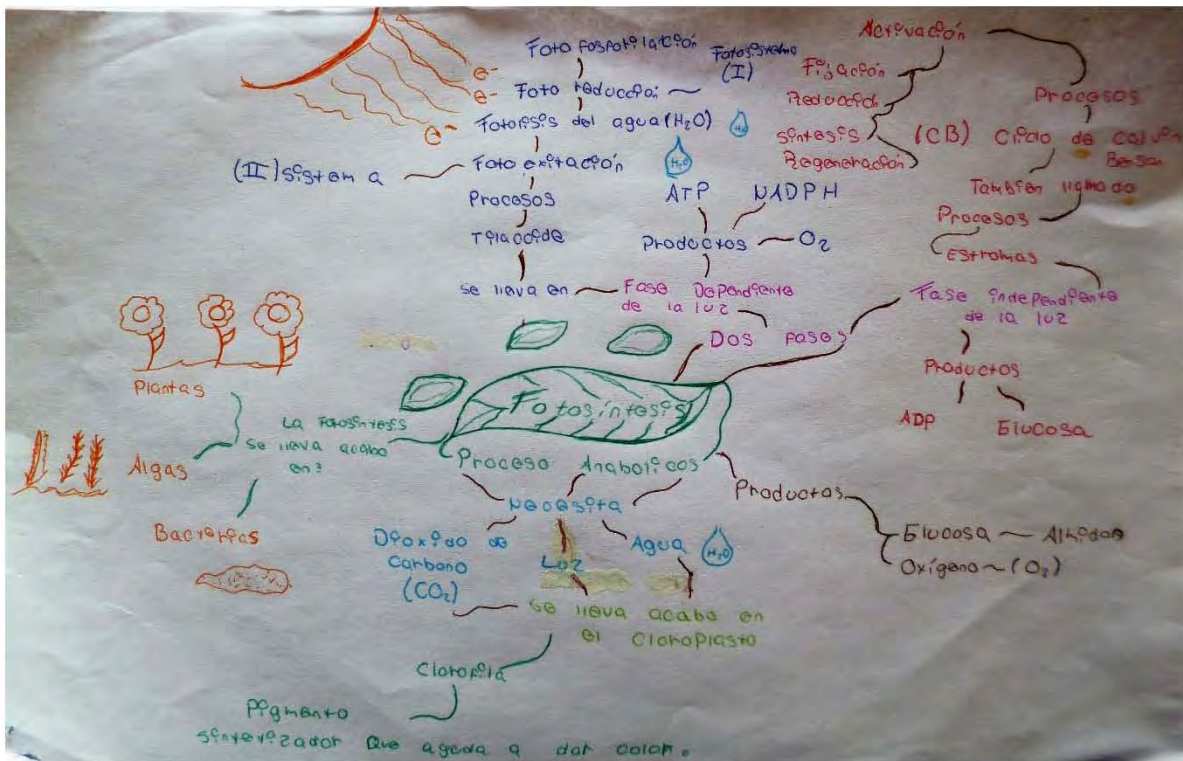
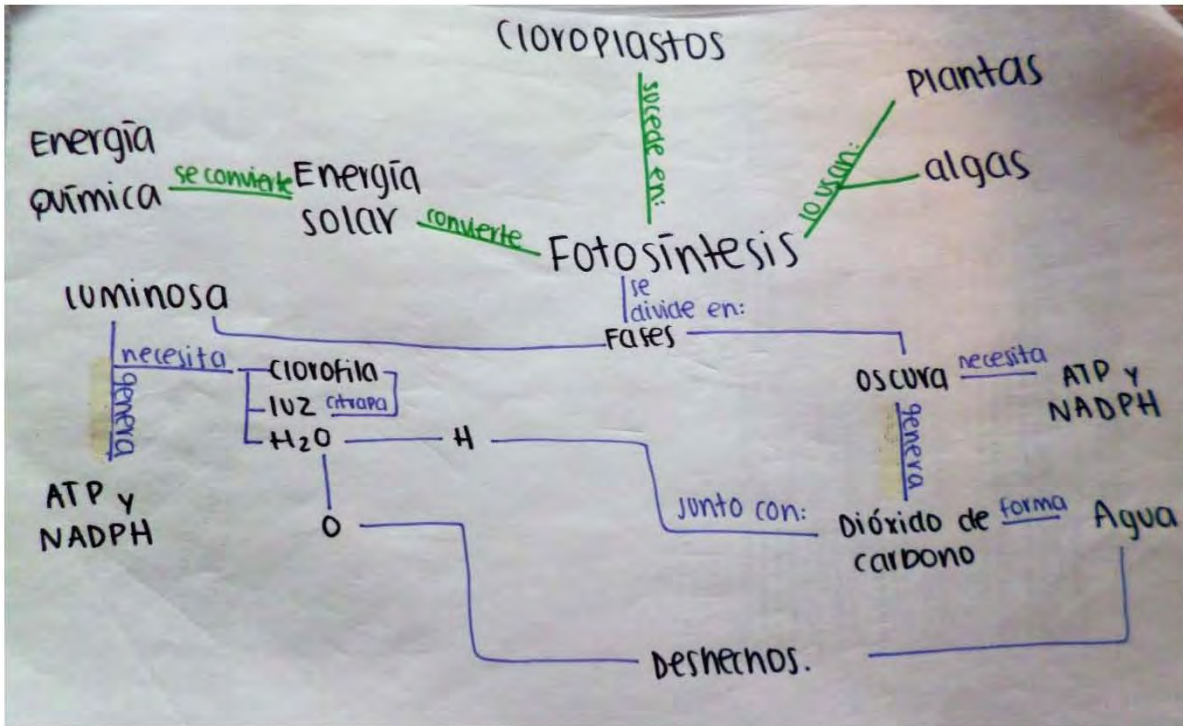
Entre 11 y 15 conceptos fueron utilizados por una mayor cantidad de alumnos en la actividad “lo que yo aprendí”, con 12 (el 43%) en el G1 y 7 (un total de 47%) en el G2, mientras que entre 16 a 20, fue el máximo utilizado por 2, en cada grupo.

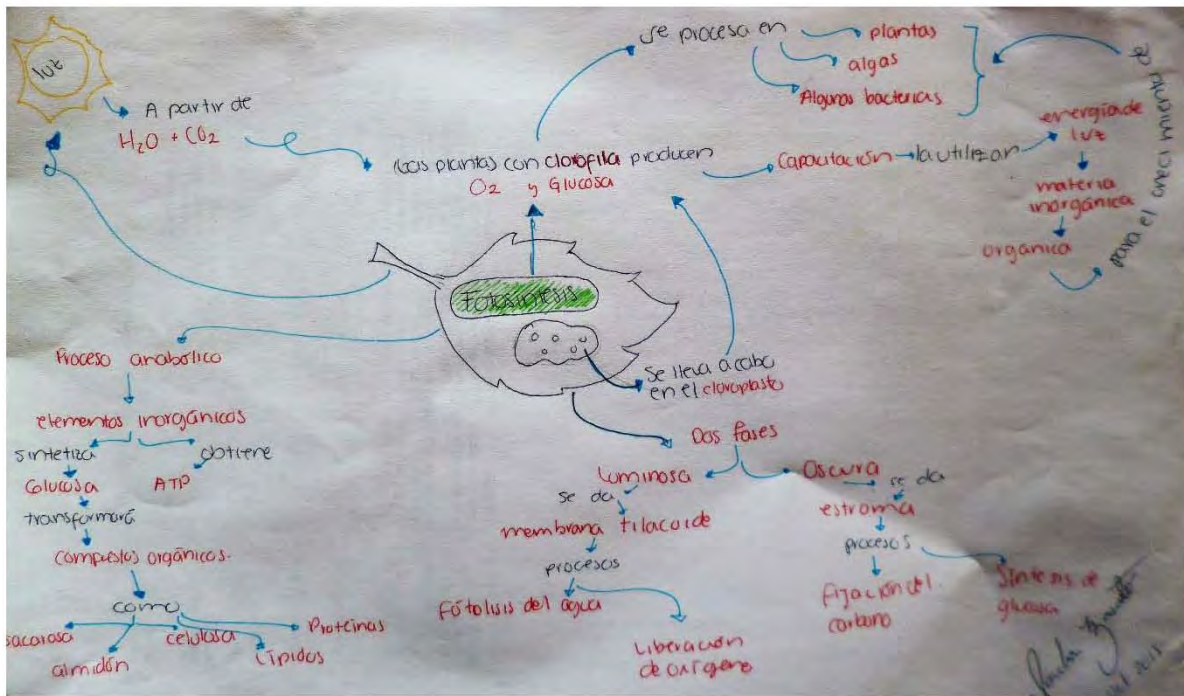
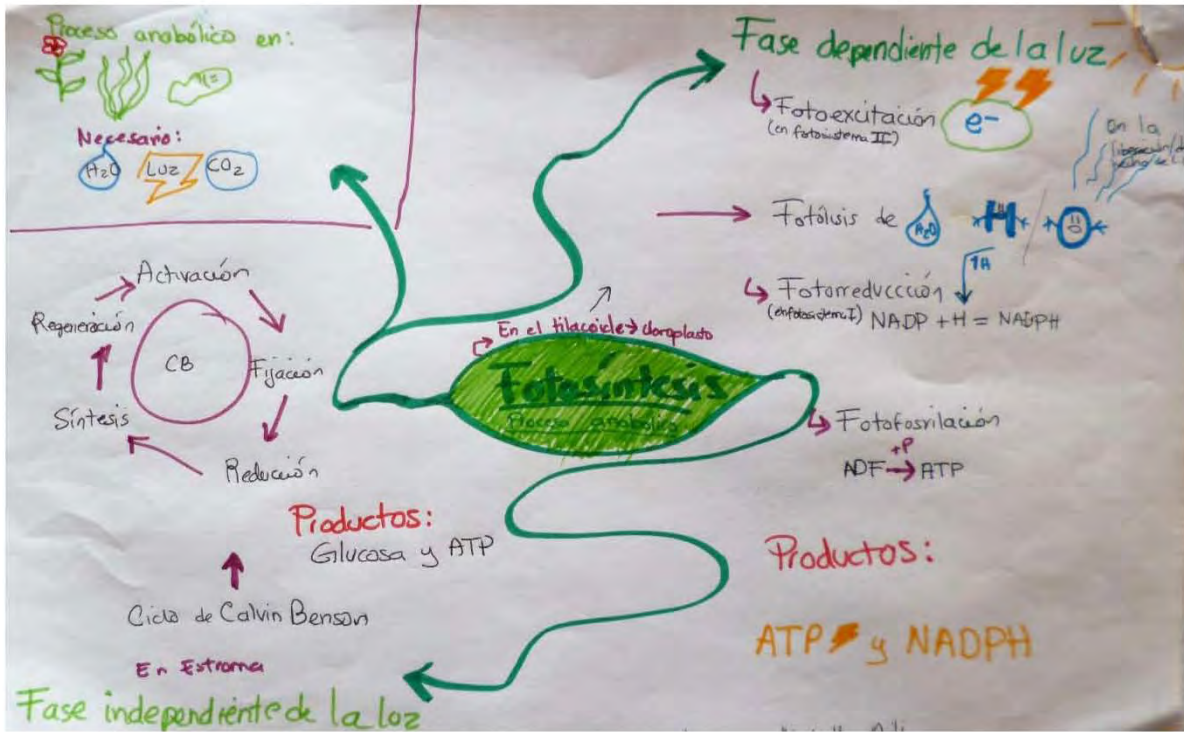
En los MM se encontraron diferencias respecto al número de conceptos utilizados, en el G1 9 alumnos utilizaron entre 16 a 20, mientras que en el G2 fueron de 21 a 25, por 8 individuos. Destaca que, en ambos grupos, ningún estudiante utilizó menos de 10 conceptos, lo cual fue más común en la prueba diagnóstica o la sección “lo que yo aprendí...”.

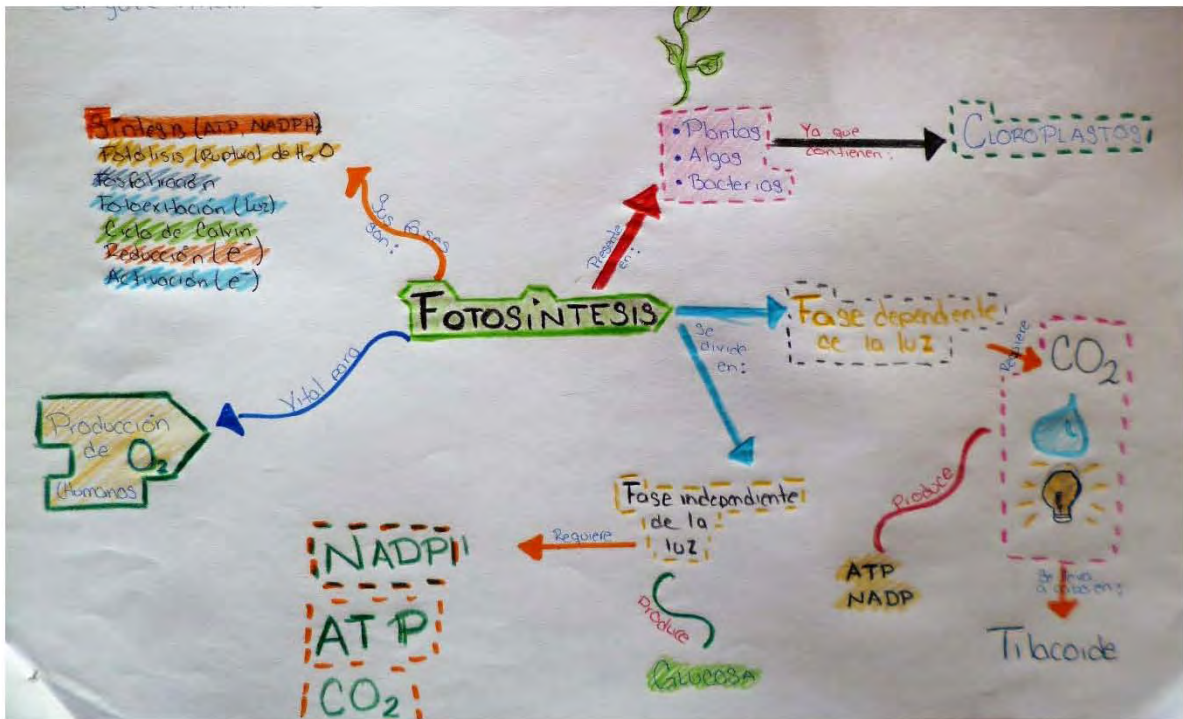
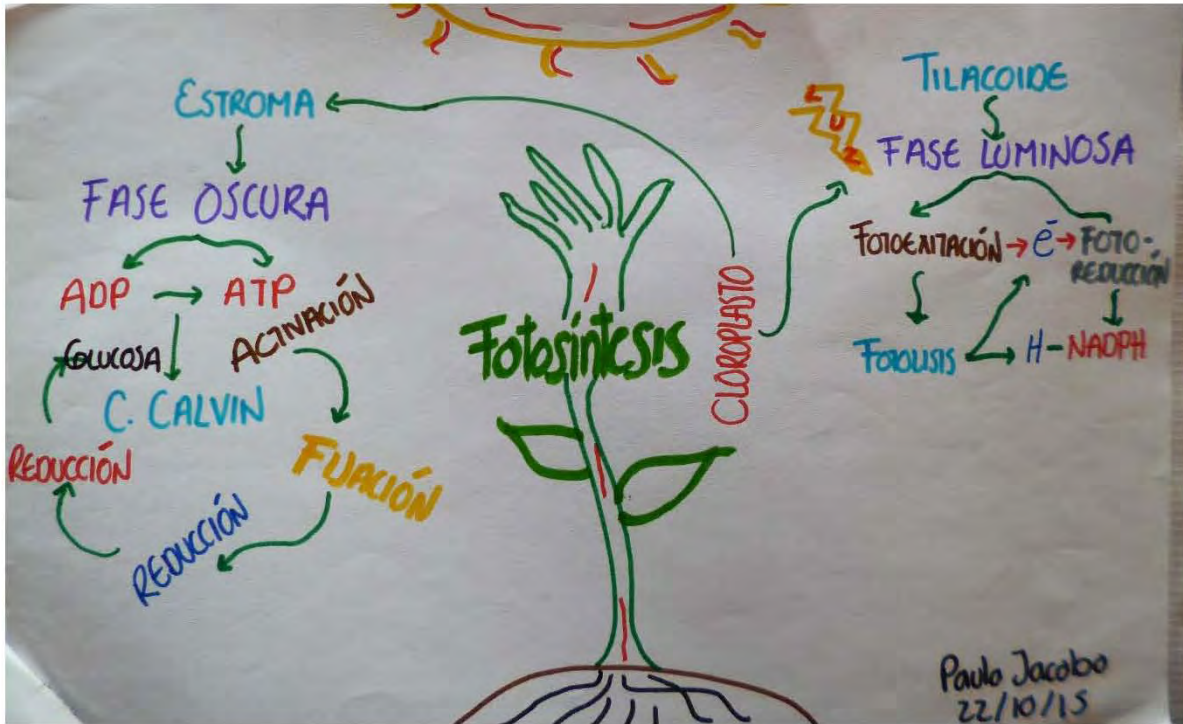
A continuación se muestran algunos ejemplos de los MM elaborados por los estudiantes del G1

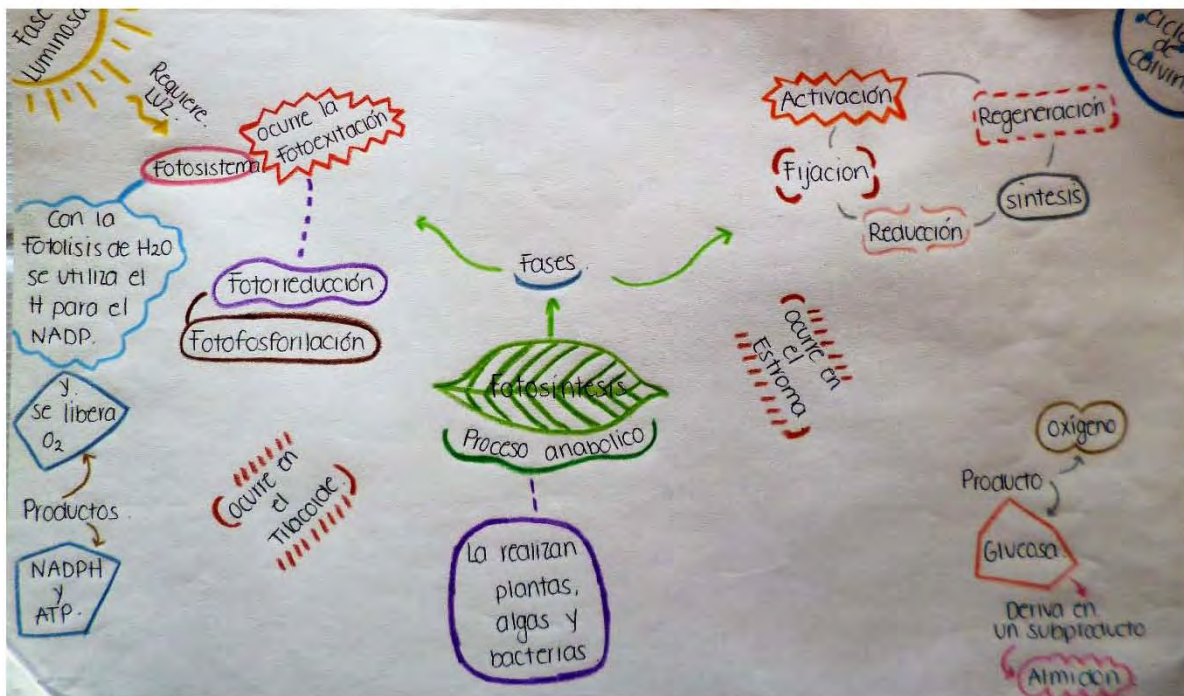
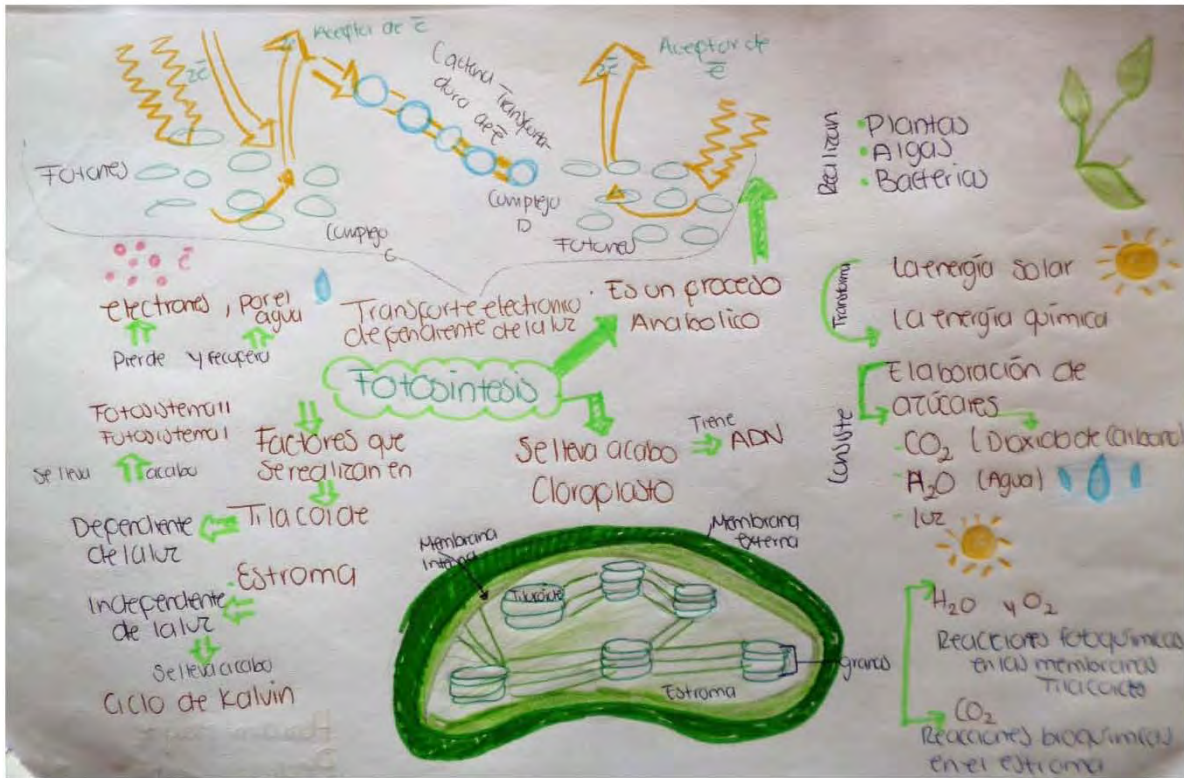




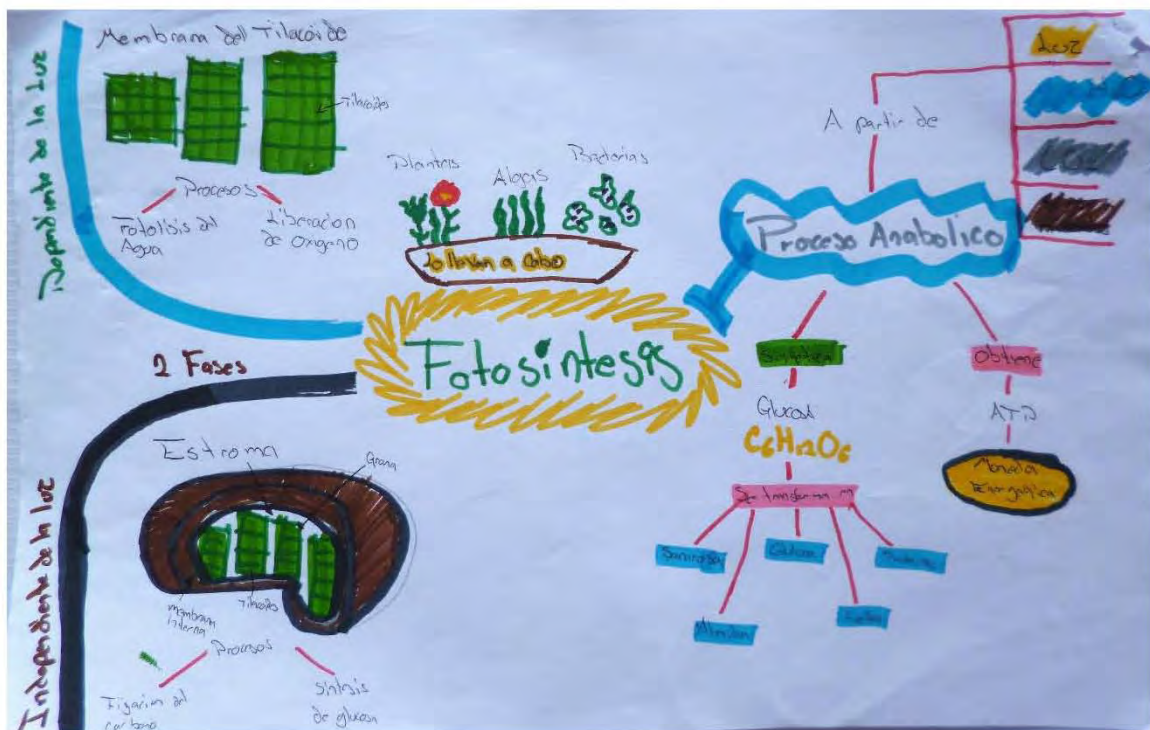
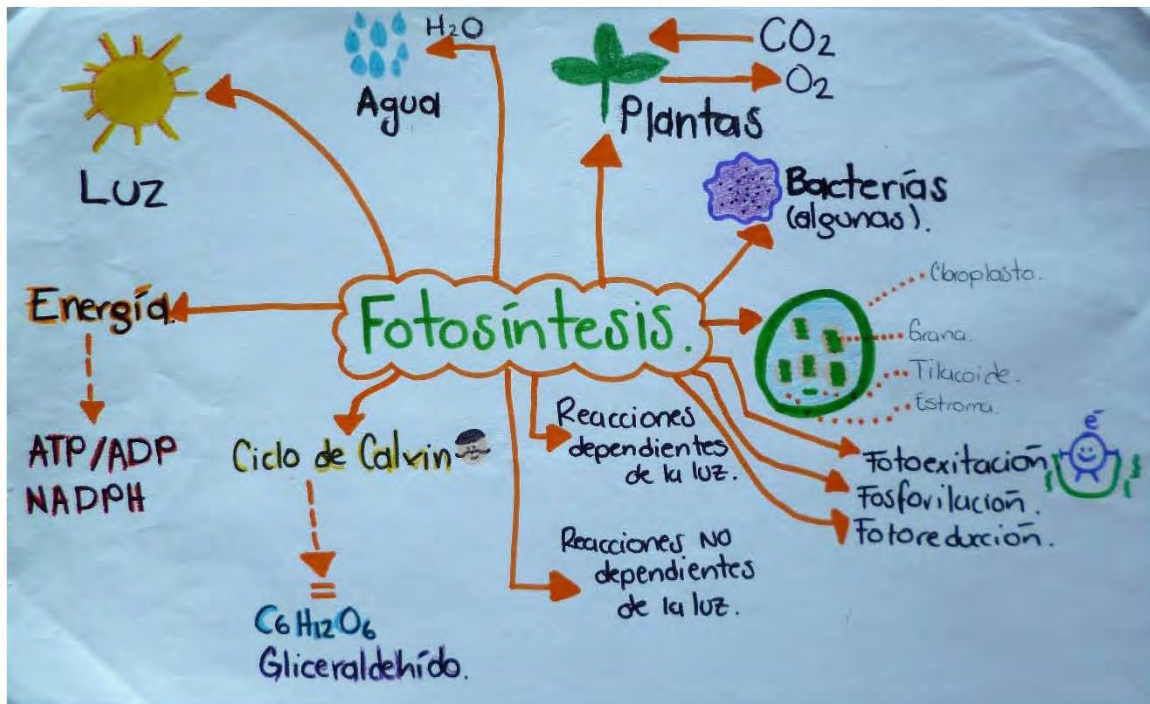


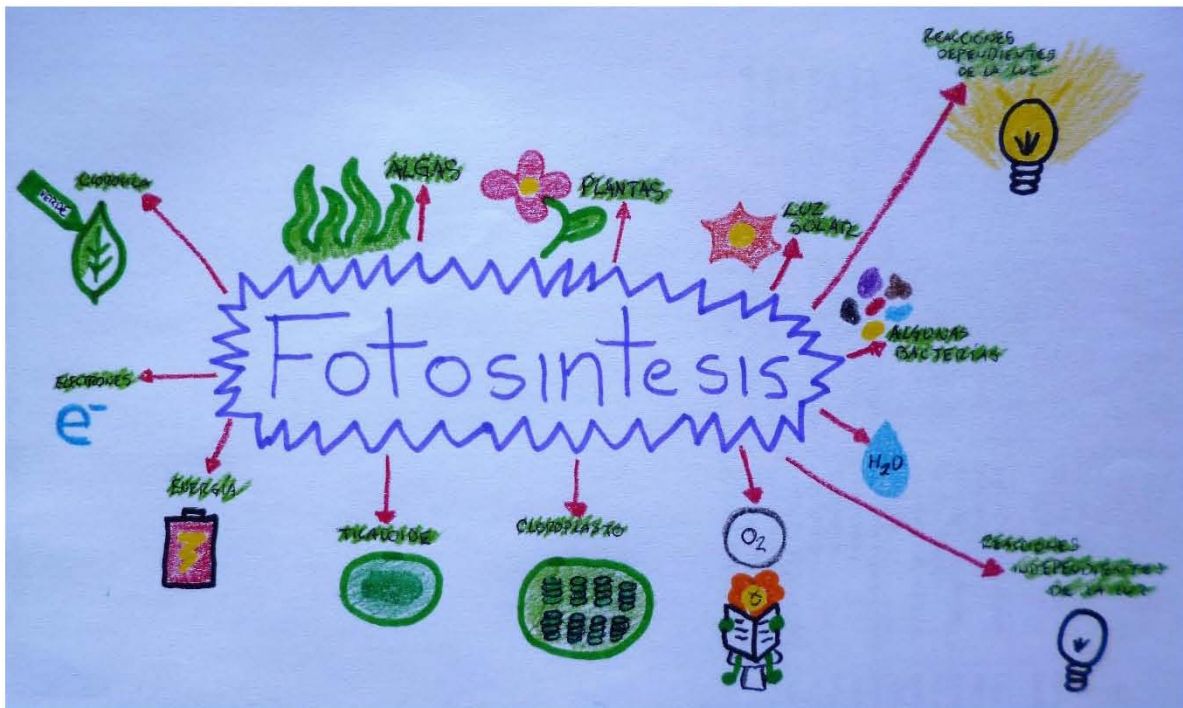


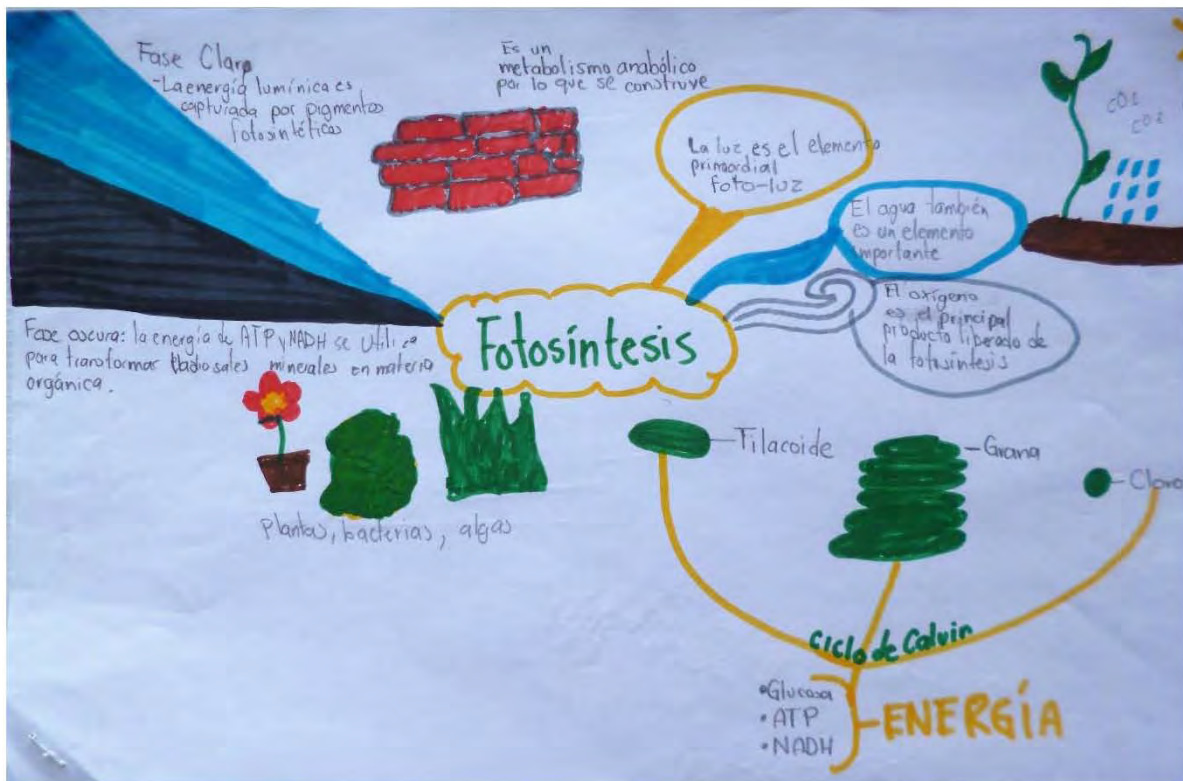
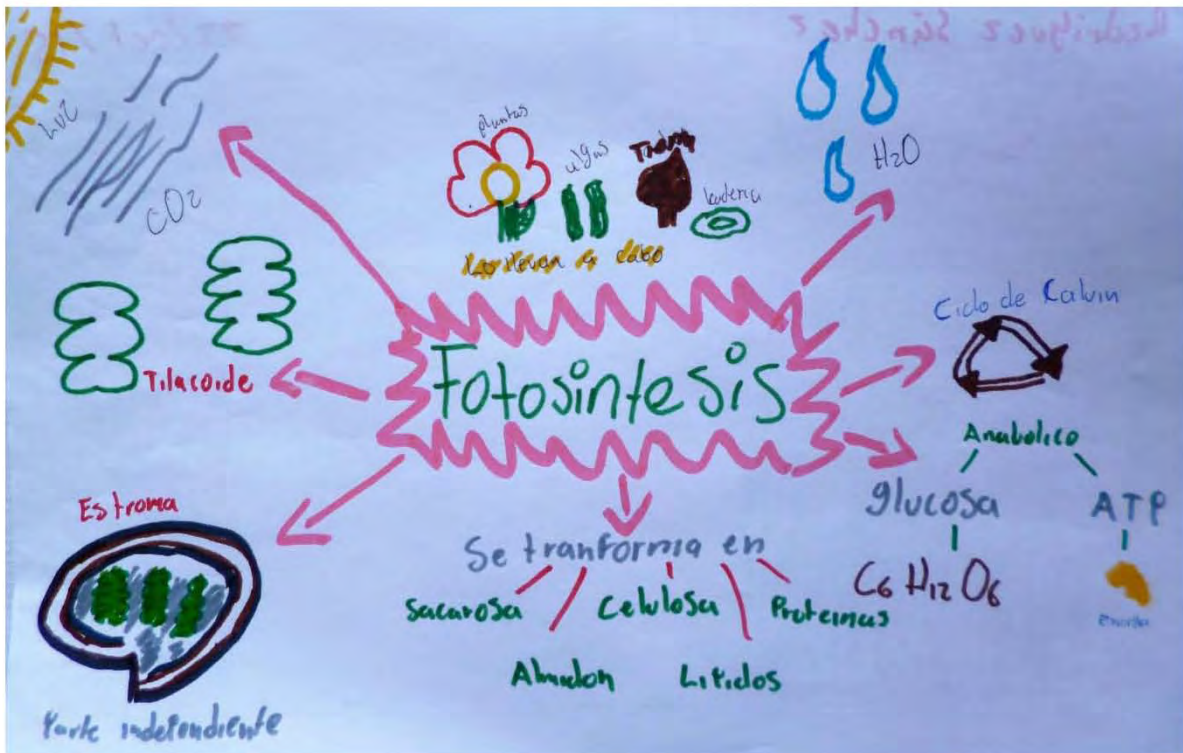


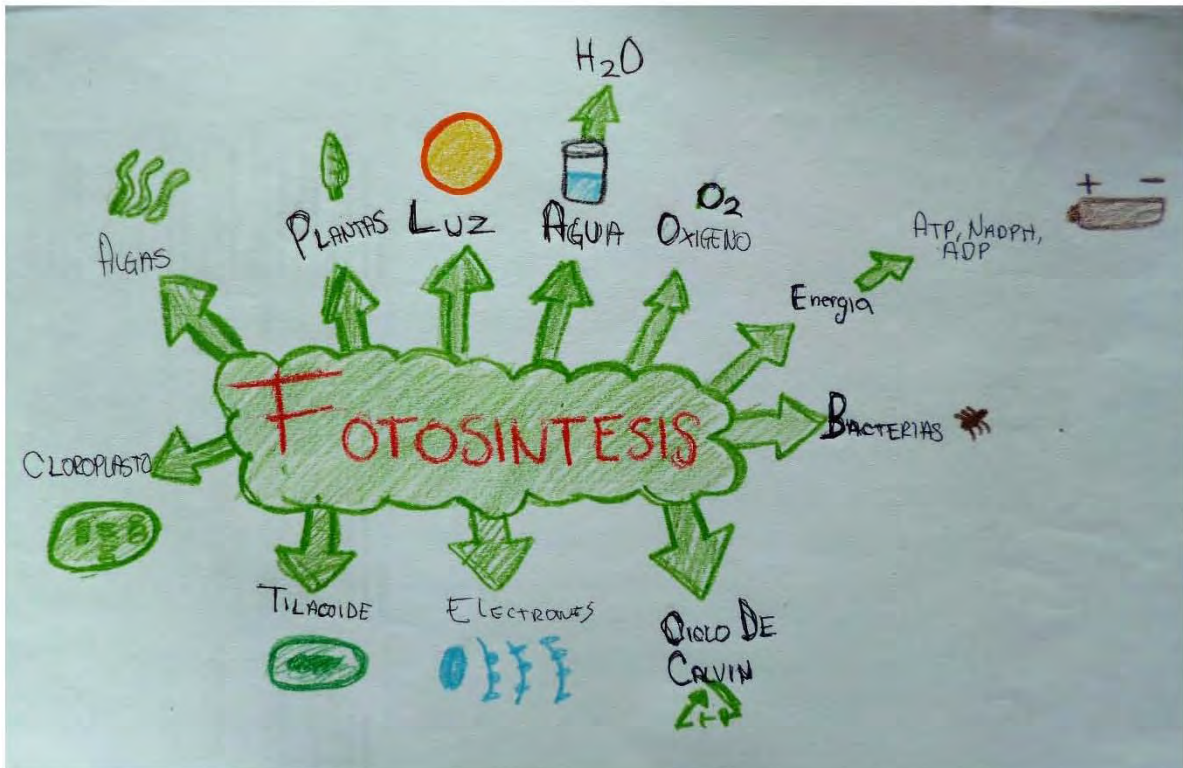
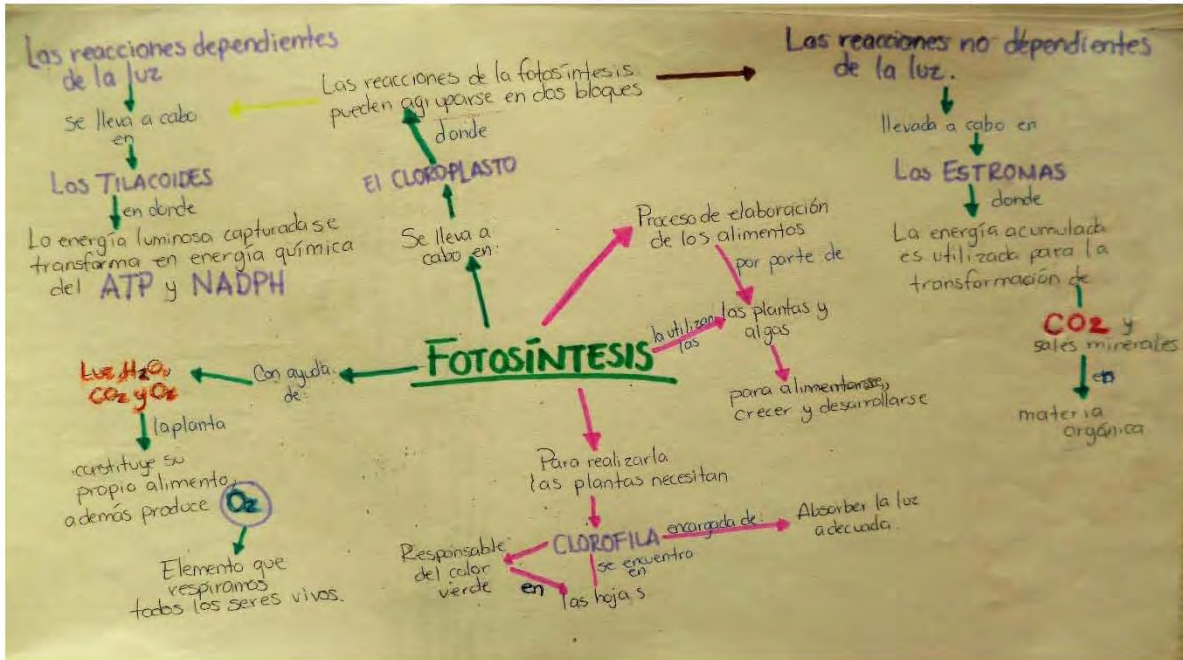


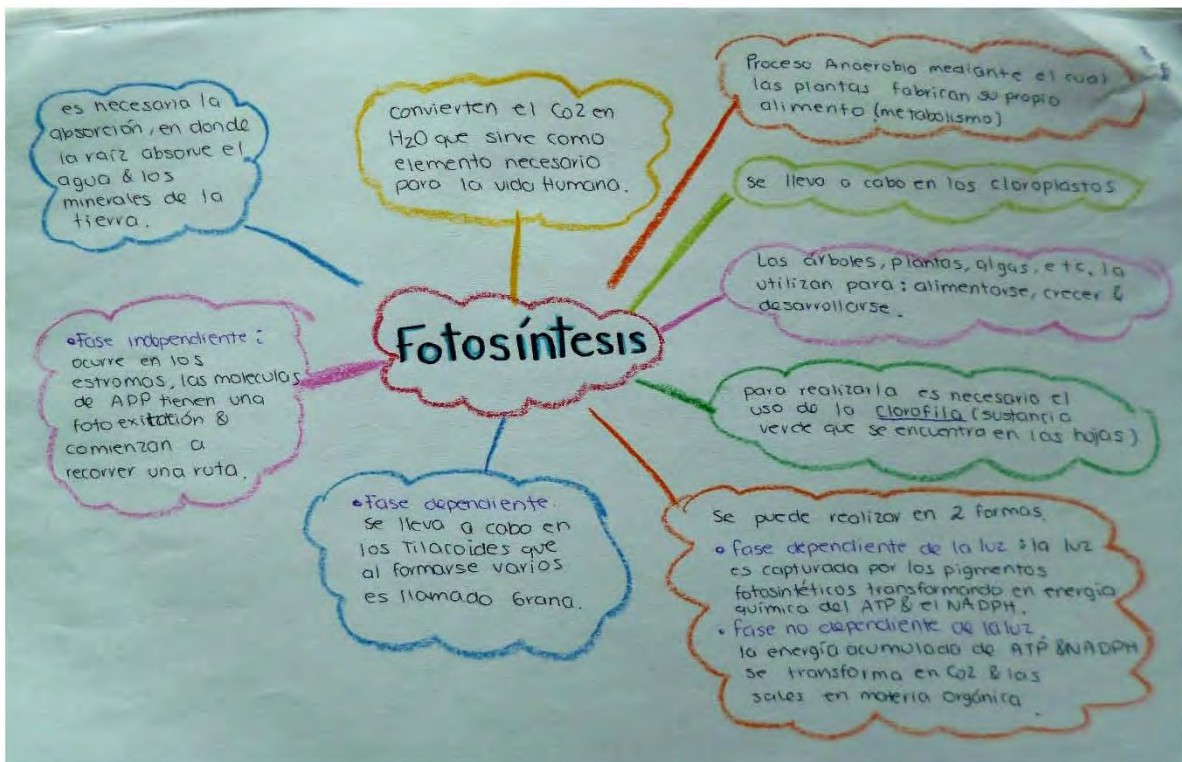
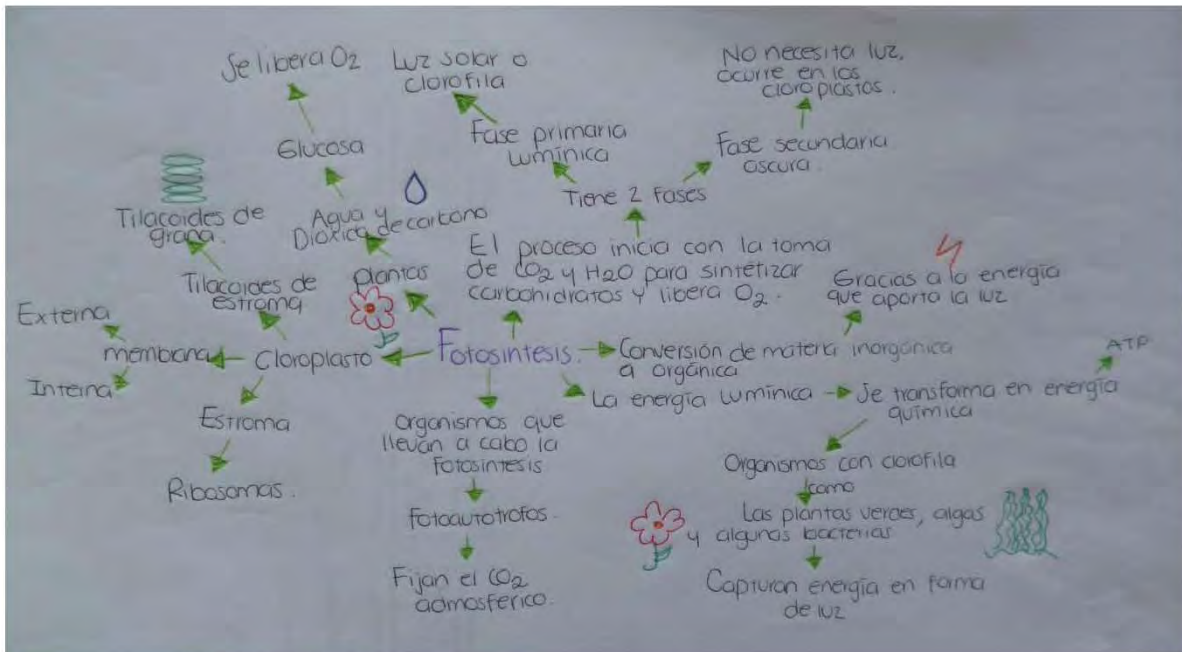
En esta sección se muestran algunos MM elaborados por alumnos del G2.

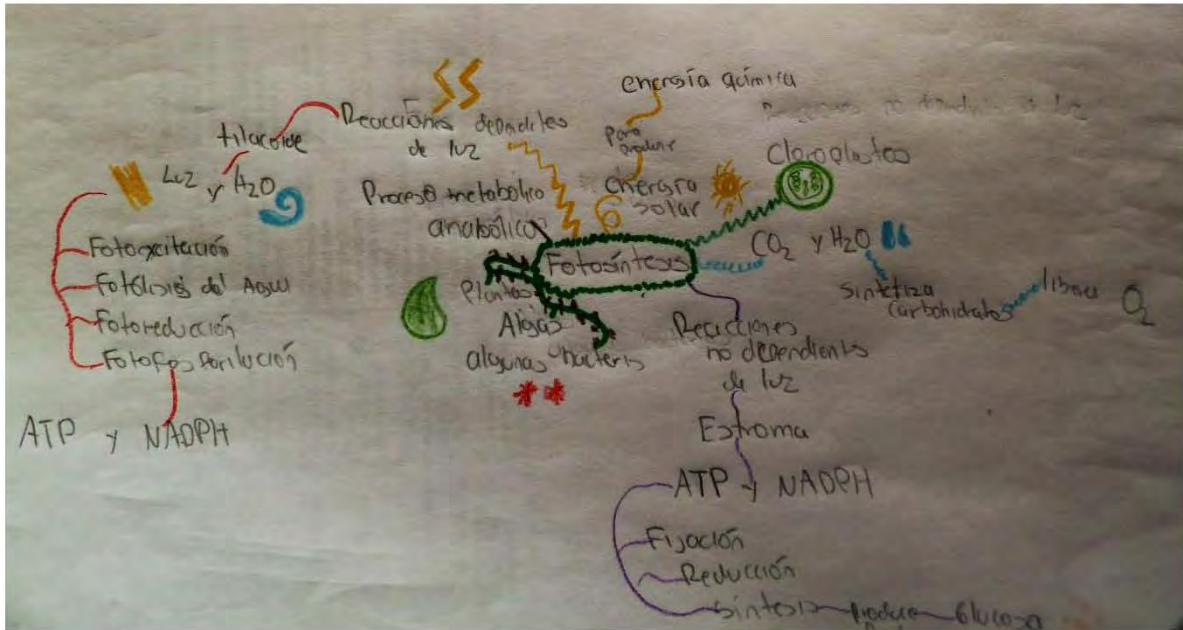
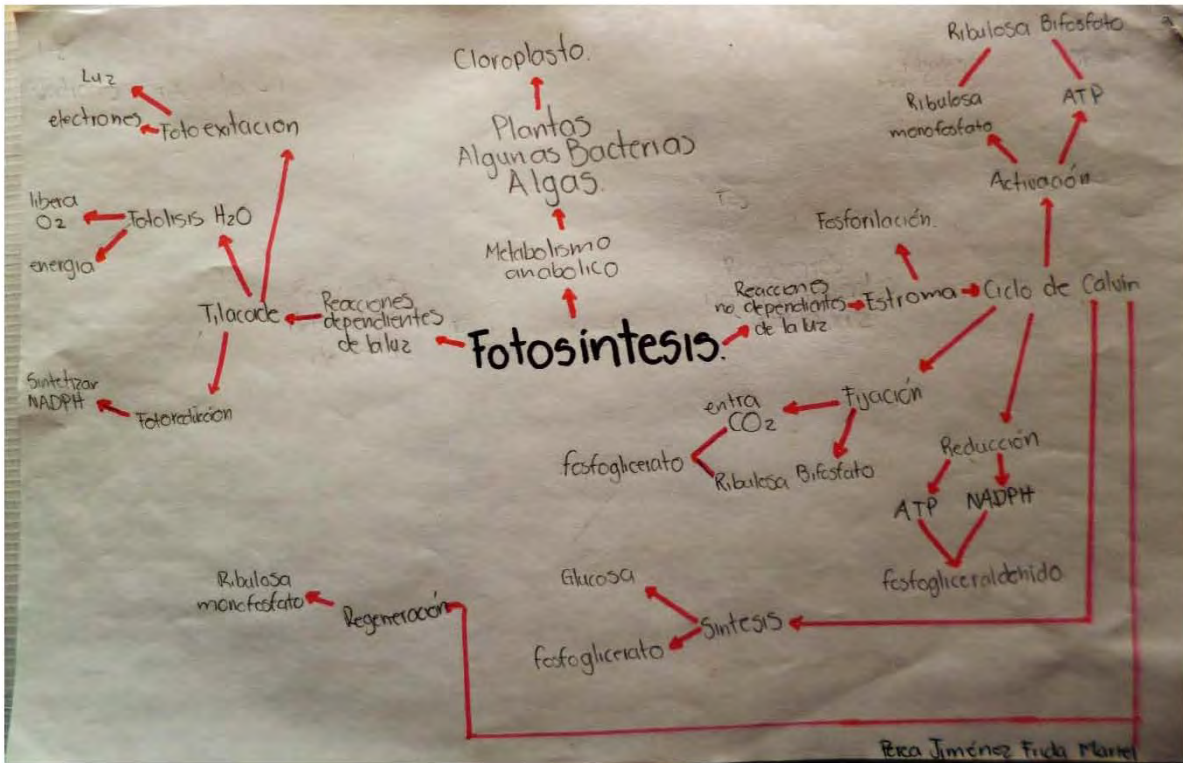












Se puede observar con las imágenes de los MM que elaboraron los estudiantes, que la forma en la que relacionaron y representaron los conceptos, indica su nivel de dominio sobre los mismos acerca del tema. También se hace evidente la diversidad de mapas que se construyeron.

CAPÍTULO 6. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Los resultados de la evaluación diagnóstica, indican que los estudiantes tienen ideas previas acerca del tema que les permiten tener una interpretación acerca de cómo, dónde y qué sistemas vivos realizan la fotosíntesis, sin embargo, la mayoría no tienen información clara o correcta, ya que los conocimientos que poseen al respecto pueden ser resultado de su propia reconstrucción a partir de una intervención escolar previa y su contacto con su ambiente cotidiano.

Lo anterior puede derivar en que no posean las bases necesarias para comprender y profundizar en el tema, como lo mencionan Márquez y Padilla (2014), en consecuencia, construyen ideas que no coinciden con las establecidas científicamente.

Estos autores también indican que los alumnos tienen dificultades para comprender qué tipo de proceso es, por ende, probablemente tienen dificultades para dilucidar la importancia del proceso fotosintético, cuál es el propósito de que se lleve a cabo y su ubicación espacio-temporal. Esto puede tener como consecuencia que lo confundan con otro proceso, como la respiración, lo cual ha sido reportado por Austidillo y Gene (1984) y Charrier *et al.* (2006).

Sumado a lo anterior, el hecho de que alrededor del 85% o más estudiantes, consideran que solamente las plantas realizan la fotosíntesis, puede ser resultado de su experiencia y cotidianeidad, puesto que generalmente, tienen mayor contacto con las plantas, desconocen o confunden a qué grupo de organismos pertenecen las algas, mientras que las bacterias son asociadas con procesos infecciosos o enfermedades.

Además, los estudiantes saben que las plantas realizan la fotosíntesis, lo cual consideran como un rasgo característico e incluso definitivo que las agrupa y diferencia de otros sistemas vivos, sin embargo, tienen poco claro qué es y cómo se lleva a cabo el proceso, es decir, comprenden que la luz y el agua son elementos

necesarios para que ocurra, pero la idea de que los nutrientes son tomados del suelo y/o que la fotosíntesis es necesaria para que los sistemas crezcan, aún persisten.

Otra cosa que fue evidente es que le dan un sentido utilitario al proceso más que de importancia biológica por su impacto en el mundo vivo, ya que el 95% de los estudiantes consideran que su objetivo es la liberación del oxígeno que necesitamos los seres humanos para sobrevivir, lo cual podría ser una consecuencia de que solemos asignar a los procesos biológicos determinada relevancia, dependiendo de su impacto para nuestro bienestar; esto coincide con lo encontrado por Austidillo y Gene (1984), Rosas (2000) y Márquez (2014), respecto al conocimiento que se tiene acerca de los productos que se obtienen de la fotosíntesis.

Cabe destacar que la mayoría de las ideas previas de los estudiantes sobre la fotosíntesis no son erróneas, sino que, están sesgadas a un proceso que solamente realizan las plantas para liberar oxígeno, convirtiéndose en una especie de “caja negra” el dónde y cómo ocurre, así como los sustratos que son necesarios para que se lleve a cabo. Otros conceptos que son utilizados con recurrencia, son algas, luz, H₂O, O₂ o carbohidratos, sin embargo, pocos comprenden su significado o su relevancia en el proceso.

También existe la posibilidad de que gran cantidad de las ideas previas de los estudiantes sobre el proceso estén alejadas de lo aceptado científica y escolarmente o que persistan después que se abordaron los contenidos establecidos pues cada uno le dio una interpretación y significado, como menciona Pintó *et al.* (1996).

Con base en lo anterior se evidencia que los alumnos dan respuestas a partir del marco teórico con el que han estado en contacto, algunas son reproducidas y otras son modificadas como resultado de la organización y reestructuración de las mismas, debido al esquema de conocimientos que ya poseen el cual es enriquecido por los conocimientos que los individuos adquirimos.

Los resultados que se obtuvieron de la actividad “lo que hoy aprendí sobre fotosíntesis es...” dependen en gran medida de lo que cada estudiante conocía y desconocía acerca del tema, por ello, es probable que seleccionaron la información como consecuencia de su reorganización, modificación y asociación. Sin embargo, es importante reflexionar que la omisión de conceptos puede ser un indicio de que no fueron comprendidos o de que solamente seleccionaron y respondieron la nueva información que cada uno aprendió.

Los resultados que se obtuvieron de la evaluación de los mapas mentales indican que los estudiantes tienen mejor capacidad para memorizar la definición de los conceptos, así como el nombre de moléculas y estructuras, sin embargo, tuvieron dificultades para identificar en qué lugar se lleva a cabo un proceso, lo cual limita también que comprendan cómo ocurre. A pesar de la relevancia de la memoria en el aprendizaje, si los alumnos no son capaces de comprender los conceptos y los procesos, tienen problemas para asociarlos de manera que los utilizan incorrectamente o los omiten.

Así, los MM aportan información acerca de qué es lo que memorizan, comprenden y aprenden los estudiantes, igualmente evidencian cuáles son los obstáculos a los que se enfrentan y cuáles son sus ideas previas.

Si consideramos entonces, todos los resultados arrojados por la evaluación de las actividades de la secuencia didáctica, es posible indicar que los alumnos consideran un obstáculo la imposibilidad de observar el proceso directamente, lo que establece una idea de dificultad e impedimento para comprender y aprender el proceso, en consecuencia, confunden conceptos, estructuras y moléculas, y restándole la importancia biológica, evolutiva y social que el mismo posee.

Lo anterior se debe a que los alumnos son incapaces de abstraer procesos que no pueden observar y, dado que están muy claros en lo que les interesa, al no visualizar algo pueden creer que no existe por lo que es importante resaltar, que este grupo de individuos se encuentran en una etapa de desarrollo del pensamiento concreto

y probablemente pocos han logrado desarrollar el pensamiento abstracto así como su capacidad para reflexionar acerca de los contenidos temáticos.

Si consideramos que presentan dificultades para comprender un proceso abstracto, es importante tomar en cuenta que pocos estudiantes tienen iniciativa por buscar información, medios y recursos o asesoría que les permita desarrollar dicha habilidad de abstracción, de manera que logren comprender algo que les parece “inalcanzable”, a pesar de la creatividad que tienen, dando como resultado, el poco o nulo desarrollo de muchas de sus capacidades.

Parte de los obstáculos que están ligados a sus intereses, está la concepción que tienen acerca de la ciencia. Esto es derivado de la experiencia que han obtenido al estar en contacto con ella, pues las formas y los medios en que lo han hecho, les deja la sensación de que es solamente para personas “inteligentes” y con altos coeficientes intelectuales, puesto que es muy difícil y ello la rodea de un aire de “inalcanzabilidad” para “personas comunes”.

Lo anterior limita o anula su disposición para aprender ciencia, también genera desinformación sobre la misma y sobre cualquier contenido relacionado, además, los acerca a fuentes de información inadecuadas, dado que buscan aquella que sea más entendible para ellos, y les posibilite armar explicaciones que les permitan interpretar el mundo que les rodea.

CAPÍTULO 7. CONCLUSIONES Y PERSPECTIVAS DEL TRABAJO

Los resultados de la secuencia didáctica indican que los alumnos tienen ideas previas sobre la fotosíntesis que:

1. Tienen ideas previas sobre la fotosíntesis que les permiten realizar una interpretación, pero desconocen su importancia, qué organismos la llevan a cabo, cuáles son las moléculas y estructuras involucradas. Lo anterior es derivado de que no comprenden a profundidad cómo y dónde ocurre el proceso.
2. Los mapas mentales permitieron delimitar lo que memorizan los estudiantes de lo que aprenden, ya que la relación y jerarquización de los conceptos, exteriorizó cómo organizaron y reestructuraron los contenidos que se abordaron.
3. Los mapas mentales permitieron a los alumnos controlar qué información utilizan y cómo lo hacen; también posibilitaron su visualización como un todo proporcionándoles un esquema que les ayuda en la memorización, la construcción y reconstrucción de conocimientos a partir de los previos y de los nuevos adquiridos.
4. La fotosíntesis es un tema, cuyo proceso presentó muchos obstáculos para su comprensión y aprendizaje, debido a:
 - Es abstracto dado que no pueden visualizarlo.
 - Tienen poca iniciativa y/o habilidad de reflexión.
 - Consideran que la ciencia es difícil y sólo accesible para algunos.
 - Tienen poca disposición para aprender ciencia.
 - La información sobre la ciencia en general, o de algún contenido en particular, o las fuentes de información, no son adecuadas.

Debido a lo anterior, es fundamental considerar actitudes diferentes en la enseñanza de la ciencia, no sólo de la fotosíntesis. Referente a la fotosíntesis, en particular, es necesario encontrar medios y recursos que desarrollen aún más la capacidad de reflexión, análisis y abstracción de los estudiantes, que mediante un detonante lo suficientemente atractivo, mantenga su interés para aprender, individual y colectivamente.

REFERENCIAS

BIBLIOGRAFÍA

- Asimov, I. (1980). *Fotosíntesis*. España: Plaza & Janes
- Buzan, T. (2013). *Cómo crear mapas mentales. Utiliza al máximo la capacidad de tu mente*. Argentina: Urano.
- Cabello, M. M. J. (2003). *Imaginar e instituir la educación globalizada*. En: Martínez, B. J. (Comp.). *Ciudadanía, poder y educación*. (p. 35-55). Barcelona: GRAO.
- Campos, A. A. (2005). *Mapas conceptuales, mapas mentales y otras formas de representación del conocimiento*. Colombia: Aula abierta.
- Carretero, M. (1997). *Las ideas previas de los alumnos. ¿qué aporta este enfoque a la enseñanza de las ciencias?* En: Carretero, M. *Construir y enseñar las ciencias experimentales*. (p 19-46). Argentina: AIQUE.
- Collazo, O. M. & Rodés, G. R. (2013). *Metabolismo energético de las plantas*. En: Márquez, G. J., Collazo, O. M., Martínez, G. M., Orozco, S. A. & Vázquez, S. S. (Eds.). *Biología de angiospermas*. México: UNAM, Facultad de Ciencias. p. 304-334.
- Schunk D. H. (2012). *Teorías del aprendizaje*. México: Pearson.
- Taiz L. & E. Zeiger. 2010. *Plant physiology*. Massachussettes: Sinauer Associates Inc.

BIBLIOHEMEROGRAFÍA

- CCH. (1996a). *Orientación y sentido de las Áreas del Plan de estudios actualizado*. DGCCH. México: UNAM.
- CCH (1996b). *Programa de Estudio de Biología I a IV*. DGCCH. México: UNAM.
- CCH (2013). *Propuesta de la Comisión Especial Examinadora a partir del análisis del Documento Base para la Actualización del Plan de Estudios*. Documentos para la discusión de la comunidad del CCH. México: UNAM-CCH.

- CEPAL. (2005). Panorama social de América Latina 2004. Chile: Comisión Económica para América Latina y el Caribe.
- CEPAL. (2014). Panorama social de América Latina 2014. Chile: Comisión Económica para América Latina y el Caribe.
- INEE. (2007). México en PISA 2006. México: Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación.
- INEE. (2011). La Educación Media Superior en México. Informe 2010-2011. México: Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación.
- INEE. (2013a). México en PISA 2012. México: Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación.
- INEE. (2013b). Panorama educativo de México. Indicadores del sistema educativo nacional 2013. Educación básica y media superior. México: Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación.

CIBERGRAFÍA

- Beltrán Llera, J. A. (1999). La nueva frontera de la instrucción. *Revista de educación* 320, 99-119 Recuperado de <http://www.mecd.gob.es/dctm/revista-de-educacion/articulosre320/re3200507982.pdf?documentId=0901e72b81270973>
- Cárdenas Castillo, C (2004) Acercamiento al origen del constructivismo. *Revista electrónica sinéctica* 24 10-20 <http://www.redalyc.org/pdf/998/99815918003.pdf>
- Chadwick, C. B. (2001). La psicología de aprendizaje del enfoque constructivista. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*, 31(4), 111-126. Recuperado de <file:///C:/Users/Brenda/Downloads/La%20psicolog%C3%ADa%20de%20aprendizaje%20del%20enfoque%20constructivista.pdf>
- Novak, J. D. & Cañas, A. J. (2008). *The Theory Underlying Concept Maps and How to Construct and Use Them*. Recuperado de <http://cmap.ihmc.us/docs/theory-of-concept-maps.php>

- Rios, C. P. (1999). El constructivismo en educación. *Revista Laurus*, 5 (8), 16-23. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/299594207_EL_CONSTRUCTIVISMO_EN_EDUCACION
- S/A. (1992). *Módulos Didácticos 1. ¿Cómo mejorar la enseñanza sobre la nutrición de las plantas verdes?* Junta de Andalucía. Consejería de Educación y Ciencia: Sevilla. Recuperado de <http://www.juntadeandalucia.es/averroes/html/adjuntos/2008/02/11/0013/adjuntos/libpri15.pdf>
- Sánchez, G. L. & Andrade, R. (2014, septiembre 13). Aprendizaje acelerado: un método para facilitar el aprendizaje. *Palabra, el maestro en el hacer de la historia*. 35. Recuperado de: <http://colectivopalabra.com/>

HEMEROGRAFÍA

- Amir, R. & Tamir, P. (1994). In-Depth Analysis of Misconceptions as a Basis for Developing Research-Based Remedial Instruction: The Case of Photosynthesis. *The American Biology Teacher*, 56 (2), 94-100.
- Austidillo, P. H. & Gene, A. M. (1984). Errores conceptuales en biología. La fotosíntesis de las plantas verdes. *Enseñanza de las ciencias*, 2 (1), 15-16.
- Barber, M. & Mourshed, M. (2008). *Cómo hicieron los sistemas educativos con mejor desempeño del mundo para alcanzar sus objetivos*. PREAL, Documento N° 41, Chile.
- Bautista, R. M. de los A. (2012). *Los mapas mentales como estrategia didáctica para la enseñanza del tema herencia mendeliana en el bachillerato universitario*. (Tesis de Maestría). Facultad de Estudios Superiores Iztacala. Universidad Nacional Autónoma de México. México.
- Bello, S. (1994). Ideas previas y cambio conceptual. *Educación Química*, 15 (3), 60-67.

- Beltrán, D. S. (2009). *Elaboración de estrategias de aprendizaje en biología con énfasis en la fotosíntesis*. (Tesis de Maestría). Facultad de Estudios Superiores Iztacala. Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- Briceño, T. (2012). *Estrategias para la enseñanza de la fotosíntesis y las teorías de aprendizaje*. (Tesis de Maestría). Facultad de Humanidades y Educación. Universidad de Zulia, Venezuela.
- Bonifacio, J. A., Gómez, E. G. B. & Gutierrez, T. G. A. (2013). *Influencia del uso del hexagrama y los mapas mentales en la prevención de adicciones*. (Tesis de Licenciatura). Facultad de Estudios Superiores Iztacala. Universidad Nacional Autónoma de México. México.
- Campanario, J. M. & Moya, A. (1999) ¿Cómo Enseñar Ciencias? Principales Tendencias y Propuestas. *Enseñanza de las Ciencias*, 17 (2), 179-192.
- Campanario, J. M. & Otero, J. C. (2000). Más allá de las ideas previas como dificultades de aprendizaje. *Enseñanza de las Ciencias* 18, 155-169.
- Chadwick, C. B. (2001). La psicología de aprendizaje del enfoque constructivista. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*, 31(4), 111-126.
- Charrier, M. M., Cañal, P. & Vega, M. R. (2006). Las concepciones de los estudiantes sobre la fotosíntesis y la respiración: una revisión didáctica en el campo de la enseñanza y aprendizaje sobre el tema de la nutrición en las plantas. *Enseñanza de las ciencias*, 24 (3), 401-410.
- Coll, C. (1996). Constructivismo y educación escolar: ni hablamos siempre de lo mismo ni lo hacemos siempre desde la misma perspectiva epistemológica. *Anuario de psicología*, 69, 153-178.
- Cubillos Partida, E. J. L. (2014). *Mapas mentales. Una metodología de Aprendizaje*. (Tesis de Maestría). Facultad de Estudios Superiores, Aragón. Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- Eisen, Y. & Stavy, R. (1992). Material Cycles in Nature. A New Approach to Teaching Photosynthesis in Junior High School. *The American Biology Teacher*, 54 (6), 339-342.

- Gallegos, C. L. (1998). *Formación de conceptos y su relación con la enseñanza de la Física*. Tesis de Maestría. Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Filosofía y Letras.
- Gangliardi, R. & Giordan, A. (1986). La historia de las ciencias: una herramienta para la enseñanza. *Enseñanza de las ciencias*, 4 (3), 253-258.
- Garnica, S. E. & Roa, A. R. (2012). Conocimiento didáctico del contenido sobre fotosíntesis de dos profesores de los grados sexto y noveno de educación básica secundaria de un colegio privado en Bogotá-Colombia. *Bio-grafía: Escritos sobre la Biología y su Enseñanza*, 5 (8), 50-76.
- Gómez Granell, C. y Coll, S. C. (1994). De qué hablamos cuando hablamos de constructivismo. *Cuadernos de pedagogía*, 221, 8-10.
- González, R. C., García B.S. & Martínez L.C. (2003). ¿A qué contenidos relacionados con la fotosíntesis dan más importancia los textos escolares de secundaria? *Enseñanza de las ciencias*, Número extra, 77-88.
- Guzmán, L. Q. (2012). Mapas mentales y conceptuales como estrategias para favorecer la comprensión lectora en escolares de educación primaria. (Tesis de Licenciatura). Facultad de Psicología. Universidad Nacional Autónoma de México. México.
- Hernández Balanzar, J. R. (2008). El metabolismo de la Tierra. *Ciencias*. 90:4-14.
- Hunt, B. (2009). Efectividad del desempeño docente. Una reseña de la literatura internacional y su relevancia para mejorar la educación en América Latina. PREAL, Documento N° 43, Chile.
- Jonassen, D. (1996). *Computers in the classroom: mindtools for critical thinking*. Nueva Jersey: Merrill.
- López, F., B., S. e Hinojosa, K. E. M. (2001). *Evaluación del aprendizaje: alternativas y nuevos desarrollos*. México: Trillas: ITESM Universidad Virtual, 142 pp.
- López, R. E. O. (2002). *El enfoque cognitivo de la memoria humana*. México: Trillas.

- López, T. A. & Tirado, S. F. (1994). Problemas de la enseñanza de la biología en México. *Perfiles Educativos*, (66).
- Madrid, P. L. A. & Nájera, F. I. (2010). *La técnica de los mapas mentales: una propuesta para el aprendizaje significativo*. (Tesis de Licenciatura). Facultad de Estudios Superiores Zaragoza. Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- Márquez, J. R. C. (2014). *Los mapas conceptuales y mentales como estrategias de enseñanza-aprendizaje del tema fotosíntesis en educación media superior*. (Tesis de Maestría). Facultad de Estudios Superiores Iztacala. Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- Monroy, P. D. (2012). *El mapa conceptual como estrategia de aprendizaje en el tema fotosíntesis del programa de Biología en el Colegio de Ciencias y Humanidades*. (Tesis de Maestría). Facultad de Estudios Superiores Iztacala. Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- Morton, A. G. (1981). *History of Botanical Science: an account of the development of botany from ancient times to the present day*. Londres: Academic Press.
- Muñoz, C. M. V. (2009). *Una mirada tecnológica multidimensional en el aprendizaje de la estructura celular*. (Tesis de Doctorado). Facultad de Filosofía y Letras. Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- Murray Tortarolo, G. & Murray Pristant, G. (2012). Mitigación del cambio climático: el papel de los bosques. *¿Cómo ves?* 158: 30-33.
- Nieda, J. & Macedo, B. (2003). *Un currículo científico para estudiantes de 11 a 14 años*. México: SEP.
- Ontoria, A. (1994). *Mapas conceptuales, una técnica para aprender*. Madrid: Narcea.
- Ontoria, A., Gómez, J. P. R. & de Luque, A. (2008). *Aprender con mapas mentales. Una estrategia para pensar y estudiar*. Madrid: Narcea.
- Ordoñez Díaz, J. A. B. (2008). Cómo entender el manejo forestal, la captura de carbono y el pago de servicios ambientales. *Ciencias*. 90: 36-42.

- Padilla, M. K. N. (2014). *El uso de sensores para la comprensión de la relación entre factores bióticos y abióticos, durante los procesos de respiración y fotosíntesis, en educación media superior.* (Tesis de Maestría). Facultad de Estudios Superiores Iztacala. Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- Percastegui, L. I. M. & Tamayo, R. D. K. (2014). *Comparación de mapas mentales y hexagramas con el uso de testimonio real como estrategia de aprendizaje para la prevención de adicciones en alumnos de secundario del municipio de Nezahualcoyotl.* (Tesis de Licenciatura). Facultad de Estudios Superiores Iztacala. Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- Pérez Urria, C. E. (2010). Una propuesta de Aprendizaje Basado en Problemas de Fisiología Vegetal. Estudio de casos. Mapas conceptuales. Infografías. *Reduca (Biología). Serie Fisiología Vegetal, 3 (2), 18-31.*
- Pintó, R., Aliberas, J. & Gómez, R. (1996). Tres enfoques de la investigación sobre concepciones alternativas. *Enseñanza de las Ciencias, 14(21), 221-232*
- Pozo, J. I. (2006). *Adquisición del conocimiento.* Madrid: Morata.
- Pozo, J. I. & Gómez, C. M. A. (2013). *Aprender y enseñar ciencia.* Madrid: Morata.
- Ramírez, G. V. (2006). *Una propuesta metodológica basada en la neurolingüística, la gimnasia cerebral y los mapas mentales para trabajar en el aula.* (Tesis de Licenciatura). Facultad de Estudios Superiores Aragón. Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- Rios, C. P. (1999). El constructivismo en educación. *Revista Laurus, 5 (8), 16-23.*
- Rosas, B. P. (2000). *Conceptos usados por estudiantes de bachillerato en relación a la luz y el agua en el tema fotosíntesis.* (Tesis de Maestría). Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- Rumelhart, D. E. & Ortony, A. (1977). The Representation of Knowledge in Memory. En: Anderson, R. C., Spiro, R. J. & Montaque, W. E. (Eds.). *Schooling and the Acquisition of Knowledge.* Nueva Jersey: Erlbaum, pp. 99-136.

- Sambrano, J. y A. Steiner. 2000. Mapas mentales. Agenda para el éxito. Ed. Alfaomega. México. 170 pp
- Sánchez, G. L. & Andrade, R. 2004. ¿Cómo enseñar mapas mentales y fotolectura? Para docentes de todos los niveles y otros curiosos. Castellanos Editores. México. 208 pp
- Zabala, A. (2007). *Los enfoques didácticos*. En Coll, C., Martín, E., Mauri, T., Miras, M., Onrubia, J., Solé, I, & Zabala, A. *El constructivismo en el aula*. Colofón: México. p: 125-161.

REFERENCIAS DE LAS NOTAS

- Balderas, R. 20009. ¿Sociedad de la información o sociedad del conocimiento? *El Cotidiano*, 158, pp. 75-80.
- Olivé, L. *El bien, el mal y la razón. Facetas de la ciencia y de la tecnología*. Capítulo 1. ¿Qué es la ciencia? Editorial Paidós- UNAM. 2000.
- Sánchez Ron, José Manuel. (2016, febrero 12). "Interdisciplinariedad". *El Cultural*. Recuperado de <http://www.elcultural.com/revista/ciencia/Interdisciplinariedad/37615>
- Smith, J. (2002). Learning styles: Fashion fad or lever for change? The application of learning style theory to inclusive curriculum delivery. *Innovations in Education and Teaching International*, 39(1), 63-70

ANEXO 1. Actividad de la sesión 2: Las fases de la fotosíntesis.

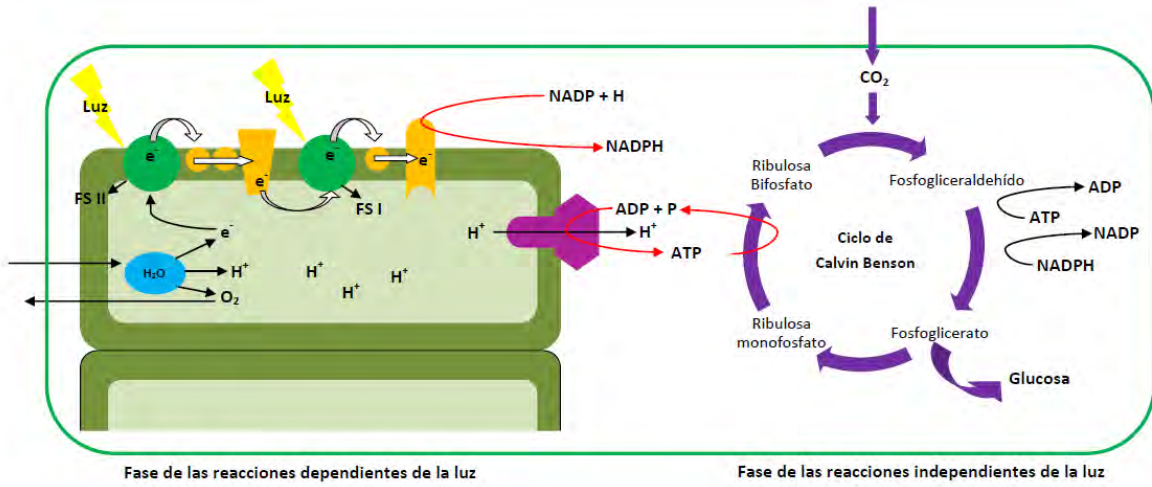
Nombre:

Fecha:

La fotosíntesis

Instrucciones: Relaciona las columnas e indica en el esquema en donde ocurren cada una de las reacciones.

- | | |
|-----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| a) Fotólisis del agua | () La proteína ATP sintetasa utiliza los H^+ que se obtienen por la ruptura del H_2O , como energía para producir ATP a partir de ADP. |
| b) Reducción | () El CO_2 es utilizado para formar fosfoglicerato, a partir de ribulosa bifosfato |
| c) Síntesis | () El ATP y el NADPH son utilizados para sintetizar fosfogliceraldehído, a partir del fosfoglicerato. |
| d) Fotofosforilación | () Una parte de las moléculas de fosfogliceraldehído se utilizan para sintetizar glucosa. |
| e) Regeneración | () La luz llega al fotosistema II, se liberan electrones que son transportados a través de proteínas que están en la membrana del tilacoide. Los electrones llegan al fotosistema I y viajan a través de otras proteínas de la membrana. |
| f) Fotoexcitación | () A la ribulosa monofosfato se le adiciona un fósforo que proviene del ATP. |
| g) Fotoreducción | () La molécula de H_2O se rompe y libera H^+ , O_2 y electrones. |
| h) Fijación | () Una parte de las moléculas de fosfogliceraldehído se utilizan para sintetizar ribulosa monofosfato. |
| i) Activación | () Los electrones que son transportados a través de los fotosistemas y las proteínas que están en la membrana del tilacoide, se utilizan para sintetizar NADPH. |



Instrucciones: Con base en la relación de columnas y el esquema, llena la siguiente tabla.

	Reacciones dependientes de la luz	Reacciones independientes de la luz
En qué parte del cloroplasto ocurre		
Qué se necesita para que inicie		
Qué productos se forman		

ANEXO 2. Práctica de laboratorio: El oxígeno es uno de los productos de la fotosíntesis.

Nombre:

Fecha:

Práctica 2. El oxígeno es uno de los productos de la fotosíntesis.

Introducción.

La fotosíntesis es un proceso mediante el cual la luz es convertida en energía química, la cual se utiliza para que el CO_2 sea fijado. En la fase de las reacciones dependientes de la luz, los pigmentos fotosintéticos absorben la luz y su energía es utilizada para romper la molécula del agua (H_2O) lo que resulta en la liberación de oxígeno (O_2) por los organismos fotosintéticos a la atmósfera de la Tierra, el cual es necesario para sobrevivencia de la mayoría de los seres vivos, ya que es necesario para la respiración.

Objetivo: Comprender que el oxígeno (O_2) es uno de los productos de la fotosíntesis.

1. Reúne el material necesario para esta actividad.

- Planta *Elodea*.
- Recipiente con capacidad de dos litros aproximadamente.
- Agua.
- Bicarbonato (HCO_3).
- Cuchara.
- Embudo de vidrio.
- Tubo de ensayo.
- Lámpara.

2. Coloca un litro de agua en el recipiente y agrega una cucharada de bicarbonato de sodio. Disuelve.

3. Coloca la planta de *Elodea* en la boca del embudo, sumérgelo en el agua. Agrega al tubo de ensayo la mitad de agua y cubre la parte expuesta del embudo con cuidado de no tirar el agua.

4. Acerca la lámpara encendida a la planta de *Elodea* y observa.

5. Cuenta el número de burbujas durante 30 segundos y anota en la tabla.

6. Quita el embudo con la *Elodea* y agrega dos cucharadas más al agua y disuelve. Repite los pasos 3 al 7 del procedimiento 2.

Completa la siguiente tabla con los resultados observados.

Número de burbujas en 30 segundos.	
1L H ₂ O + 1 cda. de HCO ₃	1L de H ₂ O + 2 cdas. de HCO ₃

9. Con base en los resultados obtenidos, contesta las siguientes preguntas en equipo:

a) ¿Encontraste diferencias en el número de burbujas (el oxígeno liberado por *Elodea*), debido a la cantidad de bicarbonato en el agua?

b) ¿A qué se debe que obtuvieran tales resultados?

10. Anota las conclusiones con base en la discusión de las siguientes preguntas:

¿Cuál es el papel del oxígeno en la fotosíntesis? ¿Qué condiciones pueden afectar a ésta molécula durante el proceso fotosintético y por qué es importante?

ANEXO 3. Práctica de laboratorio: El almidón es un carbohidrato producto de la fotosíntesis.

Nombre:

Fecha:

Práctica 3. El almidón es un carbohidrato producto de la fotosíntesis.

Introducción

Durante la fotosíntesis, la luz y el agua son utilizadas para generar la energía que se necesita para que el CO₂ sea convertido en glucosa, la cual, es posteriormente transformada en almidón, un elemento de reserva y que aporta energía a plantas y algas. La mayoría de los vegetales que consumimos los seres humanos y otros sistemas vivos, contiene almidón y eso lo convierte en una sustancia de gran importancia nutricional.

Objetivo: identificar que el almidón es un carbohidrato que se produce gracias a que se lleva a cabo la fotosíntesis.

Procedimiento.

1. Reúne el material necesario para realizar la práctica:
 - Una hoja recién cortada
 - Alcohol.
 - Lámpara de alcohol o Mechero Bunsen.
 - Rejilla de metal.
 - Cerillos.
 - 2 vasos de precipitados.
 - Lugol o tintura de yodo.
 - Dos recipientes de plástico.
2. Coloca la hoja en uno de los vasos de precipitados y cúbreala con alcohol.
3. Calienta a baño María hasta que la hoja pierda todo el color (esto sucede porque los pigmentos han sido extraídos).
4. Coloca la hoja en un recipiente y lávala con agua para eliminar el alcohol.
5. Agrega lugol o tintura de yodo hasta cubrir la hoja. Espera 5 minutos y lava con agua la hoja.
6. Contesta:
 - a) ¿Observas alguna coloración en la hoja? ¿Por qué?

ANEXO 4. Cuestionario de evaluación al profesor.

Nombre:

Fecha:

Por favor contesta las siguientes preguntas. Tus comentarios son muy importantes y recuerda que lo que escribas aquí no influirá en tu calificación.

1. ¿Cómo consideras que fue la organización y dinámica de la clase?

2. ¿Las explicaciones te parecieron claras?

3. Los materiales y actividades utilizados durante las clases, ¿te parecieron adecuados, llamativos o que favorecen aprender mejor los temas y por qué?

4. ¿Cómo consideras que fue el trato de la maestra hacia los alumnos?

5. ¿Cambiarías algún aspecto o actividad de la clase?

¡Gracias!

ANEXO 5. Rúbrica de evaluación para el esquema de la evaluación diagnóstica

	Muy bueno 4 puntos	Bueno	Suficiente	Insuficiente
Esquema	Un sistema vivo fotoautótrofo con todas sus partes y las nombra a todas	Un sistema vivo fotoautótrofo con algunas de sus partes o nombra sólo algunas	Un sistema vivo fotoautótrofo sin nombrar sus partes	Un sistema vivo no fotoautótrofo
Elementos necesarios para que se lleve a cabo la fotosíntesis	Indica a la luz, el CO ₂ y el H ₂ O y por donde son tomados por el sistema vivo	Indica a la luz, el CO ₂ y el H ₂ O pero no donde son tomados por el sistema vivo	Indica algunos o no indica por donde son tomados por el sistema vivo	Ninguno o erróneo
Productos de la fotosíntesis	Glucosa y O ₂	Glucosa u O ₂	Otros productos como ATP o NADPH	Ninguno o erróneo
Sin esquema				