

00357



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO**

**FACULTAD DE CIENCIAS
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO**

**CONCEPTOS USADOS POR ESTUDIANTES
DE BACHILLERATO EN RELACION A
LA LUZ Y EL AGUA EN EL TEMA
FOTOSINTESIS**

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL GRADO
ACADEMICO DE MAESTRA EN CIENCIA**

ENSEÑANZA E HISTORIA DE LA BIOLOGIA

P R E S E N T A

PATRICIA ROSAS BECERRIL

DIRECTORA DE TESIS:

M. en C. SARA GASPAR HERNANDEZ

20 2173



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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.

Agradezco a mi directora de tesis M en C. Sara Gaspar su valiosa dirección y apoyo brindado en la realización de este trabajo.

A mi comité tutorial y sinodales, por sus sugerencias y comentarios.

Al Seminario de Análisis de la Estructura de la Disciplina de la Biología (plantel Vallejo) por el apoyo brindado a lo largo de estos años.

Y a todos y cada uno de ustedes que de alguna forma tuvieron que ver con mi formación académica y profesional.

"La enseñanza debe tener por meta, más que el transmitir un cuerpo de conocimientos, provocar y estimular en los estudiantes algo de la actitud mental del científico".

(Cernuschi).

INDICE

Resumen	i
Introducción	1
I. ¿Qué es un concepto?	7
A. Teorías concernientes a la enseñanza-aprendizaje	14
1. Conductivismo	14
2. La teoría de Ausubel	15
3. Las ideas de Piaget	17
4. Constructivismo	18
B. La investigación-acción en la educación ...	22
II. Dificultades del aprendizaje de la biología ..	26
A. El uso de la historia de las ciencias en la enseñanza de la biología ...	32
III. La fotosíntesis dentro de la biología	35
A. Una revisión histórica	35
B. La fotosíntesis en el proceso de enseñanza aprendizaje de la biología ...	46
IV. Justificación	54
V. Planteamiento del problema	55
VI. Objetivos	57

VII. Metodología	58
A. Fase I. Exploración de ideas previas	59
1. Características de la población	59
2. Estrategia de exploración	61
B. Fase II. Diseño de exploración o búsqueda .	74
1. Lecturas	74
2. Elaboración de mapas	
conceptuales y confrontación de ideas	75
3. Propuesta de otras preguntas	76
4. Actividad experimental	
(diseño de experimentos)	76
5. Aplicación del postest	78
C. Fase III. Evaluación del diseño	79
VIII. Resultados	81
A. Comparación de los test aplicados	81
B. Respuesta a la pregunta plantada	
¿Consideras que es o no importante	
el estudio de la fotosíntesis?	98
C. Análisis, comentario y elaboración de los	
mapas a partir de las lecturas propuestas .	99
1. Puntos principales	99
2. Conceptos que marcan los alumnos	101
3. ¿Qué fue lo que	
entendieron o no de las lecturas?	101

4. Opinión general	102
D. Respuesta a la pregunta ¿Es importante estudiar la fotosíntesis? Si. No ¿Por qué?	103
E. Respuesta a la pregunta La luz y el agua son importantes para el proceso de fotosíntesis. Si. No ¿Por qué? .	103
F. Actividad experimental (Diseño de experimentos)	104
IX. Discusión	110
X. Conclusión	120
XI. Anexos	
A. Anexo 1	131
B. Anexo 2	140
C. Anexo 3	141
D. Anexo 4	153
E. Anexo 5	158
F. Anexo 6	159
G. Anexo 7	173
H. Anexo 8	179
XII. Bibliografía	185

RESUMEN.

La fotosíntesis como proceso metabólico es un tema difícil de comprender para los alumnos, ya que los conceptos que poseen sobre él son pocos o casi nulos y además erróneos; sin embargo, estas concepciones no pueden ser ignoradas en el proceso de enseñanza-aprendizaje, ya que a partir de ellos se han diseñado estrategias didácticas que toman en cuenta los conceptos que poseen los alumnos y la relación que existe con otros conceptos.

Todo esto ha provocado que se presenten estudios en donde se detecten las ideas de los alumnos sobre la fotosíntesis y la relación con otros conceptos como cadenas alimenticias, flujo de energía, etc.

Es por esto que el presente trabajo tuvo como finalidad estudiar los conceptos que posean los estudiantes con relación a la luz y el agua en el tema fotosíntesis, así como, diseñar una estrategia de enseñanza-aprendizaje que los tome en cuenta para ir construyendo nuevos conocimientos y que a su vez permitan llegar a un cambio conceptual o modificación de las ideas de los alumnos.

El trabajo se realizó desde el enfoque de la investigación-acción y del constructivismo, utilizando para esto un diseño dividido en tres fases:

- Exploración de ideas previas
- Diseño de exploración o búsqueda
- Evaluación del diseño.

El grupo seleccionado estuvo constituido por 16 alumnos (11 mujeres y 5 hombres) de 3er semestre de bachillerato perteneciente a la UNAM (C. C. H).

La estrategia utilizada para la detección de estas ideas fue a través de un pretest, que incluía 10 preguntas y 3 textos históricos sobre fotosíntesis.

A lo largo del diseño de exploración o búsqueda, se formaron equipos a los cuales se les asignó material introductorio para ser analizado, además se incluyó preguntas alternadas y se solicitó diseñar una actividad experimental.

Para finalizar se aplicó el test inicial como postest, cuyos resultados fueron analizados de la misma forma que el test inicial (pretest).

Los resultados obtenidos de la primera pregunta mostraron que los alumnos cambiaron su organización conceptual de nocional a referencial. esto significa que una porción razonable de conceptos fueron asimilados junto con relaciones lógicas apropiadas para conectarlas.

El análisis de las restantes preguntas detectó una modificación con respecto a las ideas que se presentaron al inicio de la metodología. Este análisis, permitió identificar ideas similares a las académicamente aceptadas tales como:

La fotosíntesis es un proceso de transformación de energía luminosa a energía química, en la cual se captura CO_2 y se desprende el O_2 de la molécula de agua, además se requiere de energía luminosa, agua, CO_2 y clorofila para que se lleve a

cabo el proceso.

Esto hace pensar en un cambio en la estructura conceptual de los alumnos provocado por la metodología empleada.

Con respecto al papel que juega el agua y la luz en el proceso fotosintético, los alumnos considerarán que el agua es necesaria para la nutrición y resistencia a altas temperaturas, y a partir de ella se da la liberación del oxígeno a través de su rompimiento; en el caso de la luz ésta se requiere para la producción de alimento y transformación de energía.

Sobre la importancia del proceso, éste se centra en la obtención de O_2 y muy pocos alumnos hacen referencia a la producción de carbohidratos.

Del análisis y comentarios de las lecturas propuestas se obtuvieron las siguientes ideas:

- La luz está relacionada con el rompimiento de la molécula de agua, la luz y el agua son los principales elementos que intervienen en el proceso de fotosíntesis; además hay otros, por ejemplo la sustancia verde de las plantas, el gas carbónico y el oxígeno, la fotosíntesis es una reacción inversa a la efectuada en la oxidación de los azúcares. Sin embargo, aún se presentan ideas no acordes a las científicas. Observé que para los alumnos es difícil pues no están acostumbrados a realizar lecturas y análisis de textos e inclusive mencionan las dificultades que se presentan para entender textos de carácter científico.

Con relación a los mapas conceptuales, éstos se realizaron con los conceptos obtenidos de las lecturas por los alumnos, pero realmente no llevan una estructuración como tal. Sin embargo, en ellos se definen conceptos centrales como: fotosíntesis, agua, luz, pigmentos fotosintéticos (clorofila), CO_2 .

Los diseños experimentales, reflejaron que los alumnos no poseen el conocimiento suficiente para estructurarlos, quizás sea por la falta de estimulación a llevar a cabo esta actividad, ya que por lo general es el profesor quien realiza el diseño y el alumno sólo sigue la "receta" planteada.

Todas las actividades realizadas a lo largo de la investigación mostraron que la mayoría de los alumnos han asimilado nuevos conceptos los cuales permiten una mejor comprensión del tema y la relación que éste guarda con otros.

CONCEPTOS USADOS POR ESTUDIANTES DE BACHILLERATO EN
RELACION A LA LUZ Y EL AGUA EN EL TEMA FOTOSINTESIS.

INTRODUCCION

Si bien es cierto que los conceptos utilizados por los alumnos no forman un sistema conceptual lógicamente consistente, ni son científicamente aceptables, son sin embargo, adecuados y satisfactorios en un momento dado ya que explican en cierta forma fenómenos observados por ellos, poseen cierto grado de estabilidad, son elaborados, repetibles, dotados de cierta coherencia interna, generalizables a diferentes situaciones que favorecen su utilización, y presentan cierta semejanza con concepciones que estuvieron vigentes a lo largo de la historia del pensamiento (Clement, 1983; véase Gil, 1986).

Aunque los conceptos que emplean los alumnos son diferentes, existen ciertas generalidades en los tipos de ideas que utilizan en diversas edades. Esto ha provocado que el alumno dé un significado a lo que percibe con relación a lo que ya conoce y que, posteriormente cambie, permitiendo incorporar cosas que antes no tomaba en cuenta, o les daba otro significado pero con la misma generalidad de las ideas iniciales.

La idea es que el alumno posee sus propias concepciones que no pueden ser ignoradas en la enseñanza de las ciencias y

por lo tanto debe haber una interacción entre ambas (Delval, 1985).

Pero es evidente que en la práctica sólo aprenden una mínima parte de lo que se les enseña, lo que provoca mayor dificultad en su aprendizaje al no manejar los conceptos fundamentales de la ciencia ocasionando que se den errores conceptuales que afectan a conceptos clave que deben ser asimilados para la comprensión de otros.

Los conceptos en si poseen atributos que los hacen ser comprendidos. Cada uno forma parte del conocimiento y contribuyen a la formación de nuevos conceptos: los cuales son usados dependiendo del contexto que se requiera.

Se han presentado teorías que tratan de explicar cómo aprenden los alumnos y cómo influyen las variables de cambio en la búsqueda de fórmulas tendientes a ayudar a aprender mejor, por ejemplo la teoría de Ausubel o el constructivismo.

A pesar de las diferentes interpretaciones así como los métodos utilizados por estas teorías, no han encontrado aún respuesta a: cómo los alumnos obtienen un aprendizaje significativo o cómo se da el cambio conceptual en ellos. Esto hace necesario el desarrollo de esfuerzos tendientes a buscar estrategias didácticas que toman en consideración los conceptos que poseen los alumnos sobre las diferentes disciplinas científicas.

Tal es el caso de la biología, la cual posee conceptos que presentan dificultad para su enseñanza-aprendizaje ya que

requieren de prerequisites para ser comprendidos como lo es el caso del concepto fotosíntesis; el cual es considerado difícil de comprender. Una de las causas es que los alumnos tienen muy pocos conocimientos sobre el tema, conocimientos que presentan errores conceptuales que involucran no sólo este proceso biológico (fotosíntesis); sino también, conceptos y principios básicos de física, que en su momento no fueron adecuadamente dirigidos en la instrucción del curso y cuyo resultado dió una defectuosa o incompleta construcción y comprensión del tema (Anderson et al., 1990).

Esto ha ocasionado que se desarrollen estudios en donde se detecta las ideas que manejan los estudiantes sobre la fotosíntesis, así como la forma en la cual se relacionan con otros conceptos.

La fotosíntesis es un concepto que involucra secuencias de reacciones químicas, así como una conversión de energía, además, es considerada clave para ayudar a comprender otros conceptos como: suministro de alimento, flujo de energía y otros principios ecológicos; de ahí la importancia de estudiar los conceptos que poseen los estudiantes y a través de esto, diseñar una estrategia que los tome en cuenta para construir nuevos conocimientos que permitan promover un cambio conceptual o modificación de las ideas que poseen.

Es por esto que éste trabajo expone una metodología dividida en tres fases en las cuales se pretende explorar los conocimientos de los estudiantes que disponen en relación con

los conceptos de luz y agua en el proceso de fotosíntesis, así como diseñar y aplicar una estrategia de enseñanza-aprendizaje, que permita la estructuración de éstos conceptos en los alumnos de nivel bachillerato de la UNAM.

La metodología se realizó desde un enfoque de la investigación-acción cuyo propósito consiste en profundizar la comprensión del profesor en un problema, y por lo tanto, se adopta una postura exploratoria que no impone ninguna respuesta específica; sino que indica, de manera general, el tipo de respuesta adecuada y en cuya acción emprendida puede suspenderse temporalmente hasta conseguir una comprensión más profunda del problema en cuestión. Es decir, la investigación-acción construye un "guión" sobre el hecho que es interpretado desde el punto de vista de quienes intervienen en el problema (profesor-alumno) (Elliott, 1990). Y por otra parte, se asume una visión constructivista, en la cual el propósito de la enseñanza es que los estudiantes construyan su propio conocimiento a partir del que poseen.

Esta metodología como ya se mencionó, se dividió en tres fases:

a) Fase de exploración de ideas previas, en la cual detecté las ideas que presentan los alumnos antes de la aplicación de la estrategia diseñada, esta detección se realizó a través de un pretest.

b) Diseño de exploración o búsqueda. Se le da este nombre al conjunto de actividades que realizan los alumnos y cuyo

proposito es acercarlos al objeto de conocimiento desde un abordaje cualitativo que les permita poner en juego el tipo de observaciones que naturalmente llevan a cabo (observaciones cualitativas) (Fumagalli, 1993). Las actividades que se llevaron a cabo fueron lectura y análisis de textos, elaboración de mapas conceptuales y diseños de experimentos; finalmente se aplicó un postest individual.

c) La última fase consistió en la evaluación del diseño. Evaluación que fue continua y que permitió conocer la situación de la estrategia planeada.

Los resultados obtenidos indicaron que los estudiantes de nivel bachillerato del CCH Vallejo presentan deficiencias con relación al tema fotosíntesis, ya que éste es complejo y requiere de conceptos prerrequisitos para su comprensión (Anderson et al., 1990; Astudillo y Gene, 1984; Simpson and Arnold, 1982). Además, de que los propios profesores del plantel exponen que el concepto de fotosíntesis es difícil trabajar ya que los alumnos no poseen los suficientes conocimientos para comprender el tema, y lo poco que conocen, son ideas erróneas o mal estructuradas ocasionando que se den errores conceptuales, dificultando su enseñanza-aprendizaje (Astudillo y Gene, 1984; Lumpe and Staver, 1995).

Esto a su vez provoca que otros conceptos como flujo de energía, cadenas alimenticias, etc; no sean comprendidos ya que el entendimiento de la fotosíntesis es a su vez un concepto prerrequisito para ellos (Lumpe and Staver, 1995);

entendiendo como conceptos prerequisites a aquellos que les permiten estructurar y comprender otro concepto.

También hay que tomar en cuenta que en este proceso se encontraron limitantes que propician un reajuste a las actividades desarrolladas. limitantes como: el tiempo. la resistencia a trabajar en equipo, dificultades para leer y analizar textos de divulgación científica. Pero a pesar de esto, la estrategia diseñada que se llevó a cabo, ayudó a que los alumnos asimilaran conceptos que les permitió comprender el tema fotosíntesis, y dió pauta a una interacción entre profesor-alumno, lo cual facilitó el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Los resultados de ésta investigación sugieren poner en práctica éste tipo de estrategia para ayudar a los alumnos a comprender no sólo este concepto, sino también otros conceptos científicos.

I. ¿QUE ES UN CONCEPTO?

En los últimos años las concepciones de los alumnos han sido objeto de estudio, durante la década de los setentas surge una línea de indagación en el campo de la didáctica de las ciencias, con el propósito de estudiar las ideas científicas de los alumnos en especial, en asignaturas como física, química y biología, así como la caracterización de sus propiedades para llevar a cabo una mejor fundamentación de las estrategias didácticas (Pinto et al., 1996).

Como resultado de esto, se encuentra una extensa literatura científica sobre las investigaciones en relación al conocimiento o las ideas de los alumnos sobre el mundo que los rodea. Estas ideas han tomado una gran diversidad de términos, los cuales son usados para designar un mismo conjunto de significados, ocasionando que investigadores y profesores los utilicen indiscriminadamente para referirse al mismo objeto de estudio, provocando que se elijan etiquetas concretas sin que se justifique ni especifique las razones de su utilización (Cubero, 1994).

Tal es el caso del término "concepto" que es utilizado por lo general para referirnos a ideas que nos dan una representación mental de un fenómeno u objeto que nos rodea y que dependiendo de quién lo use será el significado o definición que se le dé, esto da por lo general muchas y variadas definiciones del concepto: es por esto que menciono

algunas de las definiciones dadas al término concepto, comenzando con Aristóteles quien llamó concepto a lo que se dice con relación a la forma (aspecto) y que por lo general responde a la pregunta: "¿Qué es realmente una cosa?", o lo que se puede decir de ella y, por otro lado, lo menciona con respecto al contenido pensable: la idea del objeto hacia la abstracción con relación a lugar y tiempo dado (Gorski y Kopnin, 1961).

Para Novak (1976), un concepto es una descripción de una regularidad entre hechos u otros conceptos, en donde un hecho es definido como un registro de acontecimientos, y los acontecimientos son cosas que se observan acontecer o hacer acontecer, de esta forma podemos decir que los conceptos representan un papel central en la conducta humana y su aprendizaje debe ser el foco de atención de la enseñanza.

Gagné y Briggs (1978), distinguen entre conceptos concretos y definidos; de los cuales el concreto permite identificar una propiedad del objeto, es decir un atributo propio, y los definidos, requieren de la habilidad del alumno para expresar el significado de una clase de objetos o sus relaciones.

De la misma forma encontramos conceptos que son más generales o inclusores que otros, por lo que pueden clasificarse en razón de su grado de inclusividad o generalidad, básicamente en tres tipos: conceptos supraordinados, coordinados y subordinados (Díaz-Barriga y

Hernández, 1998).

El supraordinado es aquel concepto nuevo que engloba a varios conceptos o proposiciones ya establecidas; los coordinados son aquellos conceptos cuya relación con los ya existentes no presentan situación de subordinación ni de supraordinación, es decir, poseen el mismo nivel de generalidad; y los subordinados son conceptos nuevos que se introducen por primera vez y se conectan con conceptos más generales.

En sí todas estas posiciones sobre lo que es un concepto muestran una constante que los propone como conjuntos de rasgos abstractos que corresponden a información común de todos los miembros de la misma "clase" (Moreno, 1985 véase Santelices, 1990); entendiendo por clase a una categoría dada a objetos, eventos o fenómenos que poseen caracteres o atributos de criterio esenciales, los cuales permiten la existencia del concepto en la mente de los individuos; asimismo poseen nombres que los hacen ser manipulados, comprendidos y transferidos con mayor facilidad que los conceptos sin ellos (Ausubel et al., 1983; Reif and Larkin, 1991).

Los conceptos e ideas básicas son parte del conocimiento que constituyen un aspecto importante en la asimilación, ya que la comprensión y resolución significativa de problemas es en gran parte de la disponibilidad de éstos en la estructura cognoscitiva del alumno (Ausubel et al., 1983).

Entendiendo por asimilación, la integración de elementos exteriores o la entrada a estructuras existentes. Para Piaget, no puede haber asimilación o entrada de elementos, sin que se presente una modificación en estas estructuras; originando la acomodación, que se refiere a la modificación de una estructura por los elementos asimilados (Geber, 1980).

En el proceso de enseñanza, la formación de nuevos conceptos se realiza por medio de palabras cuyo significado gracias a experiencias anteriores ya es conocido. éstos se organizan de tal modo que antes de entrar a un concepto complejo es necesario dominarlos.

Para Piaget (Geber, 1980), el conocimiento se va construyendo a partir de las interacciones que ocurren entre el sujeto y el objeto de estudio. Sin embargo las estructuras construidas a través de este modo no están dadas en los objetos ni en los sujetos sino en las interacciones entre ambos, que sufren un proceso de asimilación y acomodación.

Lo que el sujeto es capaz de aprender depende en cierta forma de lo que tenga en la cabeza (conceptos); asimismo del contexto de aprendizaje en el que se encuentre (Driver et al., 1989).

Se ha observado que el conocimiento proviene de dos fuentes diferentes, una científica delimitada que se desarrolla en instituciones especializadas en la producción y transmisión de conocimiento, y otro social (o cotidiano), que es difuso y cambiante en donde participa gran parte de la

población, la cual no es conciente de la producción de conocimiento (Gagliardi y Giordan, 1986).

Esto da como resultado la formación de conceptos científicos y cotidianos que según Vygotsky son usados dependiendo del contexto que se requiera, los conceptos cotidianos surgen espontáneamente desde la niñez y son parte de reflexiones basadas en experiencias inmediatas (Kozulin, 1990; véase Lumpe and Staver, 1995), mientras que los científicos poseen una estructura formal, lógica y coherente.

Ausubel et al. (1983) menciona que cualquier concepto o información nueva que se presente al alumno, sólo será aprendida si existen conceptos ya establecidos y el aprendizaje será posible si la nueva información se enlaza con la ya existente, de lo contrario el nuevo concepto no se establecerá y llegará a perderse; es decir, si queremos que un sujeto aprenda conocimientos nuevos, es preciso conocer las ideas previas que poseen con respecto a este conocimiento y esto nos dará pauta para descubrir que fue lo que se aprendió o se comprendió de cierta teoría. Pero para esto es necesario investigar específicamente el aprendizaje y comprensión de los conceptos que integran esa teoría (Marton, 1981).

Sin embargo, las concepciones previas frecuentemente interfieren con el aprendizaje y como resultado de esto los alumnos retienen y continúan usándolas para interpretar el conocimiento científico.

Además, en la mayoría de los conceptos a enseñar en

ciencias se han encontrado las características de las representaciones que realizan los alumnos e incluso las de los mismos profesores (Astolfi, 1988); representaciones que entran en continuo conflicto cognitivo con el conocimiento científico que se trata de transmitir y que debe de ser resuelto positivamente para que la adquisición de este aprendizaje no sea sólo verbal y temporal.

En cada disciplina científica es posible identificar conceptos centrales que constituyen la estructura de la misma y que ayudan a entenderla.

Sin embargo, los conceptos científicos pueden crear conflictos con las concepciones apriori que poseen los estudiantes, formando así esquemas de conocimientos acerca de un fenómeno específico que puede dar cuenta de la existencia de ideas personales, contradictorias y estables (Nussbaum and Novick, 1982).

Con respecto a los nombres utilizados para designar estas ideas, se han usado términos tales como: esquemas explicativos, errores conceptuales, preconceptos, esquemas alternativos, creencia de los alumnos, ideas previas, concepciones, ideas de niños, miniteorías entre otros (Abimbola, 1988; Astudillo y Gene, 1984; García y Rodríguez, 1988; Jiménez et al., 1994; Pinto et al., 1996). Que como ya mencione, son utilizados como una etiqueta; dependiendo del investigador o profesor que se trate.

Pero a pesar de esto, se reconocen algunas

características comunes en las representaciones de los estudiantes como son:

- a) Los estudiantes consideran aspectos muy limitados y centran su atención sobre las características más sobresalientes o aquellas que son más representativas.
- b) Tienden a basar su razonamiento en características observables de la situación problema y rechazan hacer un análisis de ésta, sólo ven el lado aparente de las cosas; se fijan en lo que más les llama su atención.
- c) Observan más los cambios que las situaciones estables, y su forma de razonamiento explica éstos cambios en forma de secuencias causales lineales.
- d) Los alumnos no razonan sobre lo posible, se quedan en el estadio de las afirmaciones, conciben sólo las cosas que son capaces de hacer por sí mismos o de las que pueden elaborar una representación (Driver et al., _____ véase De Posada, 1996; Giordan, 1982).

Además los alumnos involucran creencias incompatibles con el conocimiento científico, las cuales están muy difundidas entre los adultos y aún entre los académicamente calificados y, sobre todo, entre los menos educados impidiendo la asimilación de teorías complejas (Criscuolo, 1987).

De ésta forma estas representaciones adquieren un rango de aplicación que difieren de las concepciones científicas por ejemplo, la noción de peso posee connotaciones de volumen, densidad y presión para los estudiantes más jóvenes, los

cuales se ven influenciados por las representaciones que se mencionan frecuentemente en la literatura y que ocasionan una variación de pensamientos (De Posada, 1996), provocando ideas deformadas y poco estimulantes de la ciencia.

De hecho, la adquisición de nuevos conceptos es un fenómeno complejo, comparado con el crecimiento biológico diversificado en sus aspectos, esta adquisición implica la construcción de redes de relaciones múltiples que comparan las representaciones iniciales (Giordan, 1982).

Todo esto ha dado origen a teorías de aprendizaje que tratan de explicar como se transmiten los conocimientos; de ésta forma, podemos referirnos a teorías como: El Conductivismo, la teoría de Ausubel, las ideas de Piaget y recientemente el constructivismo, que han tratado de explicar este fenómeno y que a continuación hago referencia.

A. TEORIAS CONCERNIENTES A LA ENSEÑANZA APRENDIZAJE.

1. Conductivismo. Considerada una teoría de estímulo respuesta que creía sobre todo en la influencia de los factores ambientales sobre la determinación de la conducta, se preocupa en delimitar las condiciones exteriores que determinan el aprendizaje (presentación del material, la distribución de reforzadores, etc) (Delval, 1985); los conceptos o preconceptos en esta teoría responden a algo que fue aprendido incorrectamente de forma espontánea o debido a un error en el aprendizaje, esencialmente los conceptos son

irrelevantes; si son estimulados permanecerán, sino desaparecerán.

La teoría representa una solución trivial, en la que se plantea el refuerzo sobre las conductas <<verdaderas>>, sin embargo, resulta difícil explicar cómo se superan los refuerzos permanentes ocasionados en la vida cotidiana (Criscuolo, 1987).

Una consecuencia de esto ha sido la enseñanza programada, cuya influencia se notó en los proyectos de enseñanza de las ciencias de los años 60's (Delval, 1985); aunque esto no explica por qué los conceptos utilizados son aproximadamente los mismos en diferentes personas y diferentes culturas.

2. La teoría de Ausubel. En la teoría Ausubeliana el concepto más importante, es lo que él describe como "aprendizaje significativo"; en donde el sujeto aprende al realizar un esfuerzo para relacionar los conceptos nuevos que se presentan con los adquiridos anteriormente, de ésta forma, los primeros se van incorporando a la estructura cognoscitiva del sujeto (Criscuolo, 1987; Otero, 1985; UNESCO, 1980) formándose un anclaje con conceptos incorrectos o parcialmente verdaderos, que pueden ser "corregidos" por medio de la inclusión de nuevos elementos a la estructura cognoscitiva. Esto podría ser interpretado como una reorganización en donde las nuevas conexiones pueden llegar a "eliminar o bloquear" los conceptos mal asimilados y es muy probable la relación con los correctos (Novak, 1982 y 1984; véase Criscuolo, 1987).

Para Ausubel hay tres tipos de aprendizaje significativo:

a) El aprendizaje de representaciones o proposiciones de equivalencia, que consiste en hacerse del significado de símbolos solos o de lo que representan.

b) El aprendizaje de proposiciones, en donde el aprendizaje significativo consiste en captar el significado de nuevas ideas expresadas en forma de proposiciones y no en lo que representan las palabras; en el aprendizaje de proposiciones, el objetivo está en aprender el significado de proposiciones verbales que expresan ideas diferentes a las de equivalencia, y

c) Aprendizaje de conceptos. Al igual que los objetos y acontecimientos, los conceptos se representan con palabras o nombres, aprender lo que significan, es evidentemente un tipo mayor de aprendizaje de representaciones.

Estos conceptos poseen atributos de criterio que se adquieren a través de la experiencia directa, de etapas sucesivas de la generación de hipótesis, la comprobación y generalización; de ahí que los niños pequeños lleguen a saber un concepto a través de encuentros sucesivos con los objetos o fenómenos que les rodea, hasta que pueden generalizar los atributos de criterio que constituyen el concepto (Ausubel et al., 1983).

Es evidente que tanto el aprendizaje de proposiciones como el de conceptos poseen una misma base y son dependientes del aprendizaje significativo de representaciones (Gutiérrez,

1987). En contraste con el aprendizaje significativo, es posible aprender nuevos conceptos que presenten poca o ninguna vinculación con los pre-existentes de la estructura cognoscitiva, esto es lo que se conoce como aprendizaje de memoria; el cual no presenta oposición al significativo, sino que indica una relación continua (UNESCO, 1980).

Para que en un sujeto se dé el aprendizaje significativo en la teoría Ausubeliana deben de existir las siguientes condiciones:

a) Que muestre una actitud o disposición hacia el aprendizaje significativo.

b) Que el material a aprender sea potencialmente significativo para el alumno, en especial que se relacione con su estructura cognoscitiva.

Pero a pesar de lo anterior, hay autores que consideran a la teoría Ausubeliana como complemento del modelo piagetiano, en el sentido de que su campo está restringido al aprendizaje de conceptos o conocimientos declarativos, asimismo, Driver propone que para la comprensión de los conceptos hace falta tomar en cuenta tanto los contenidos (conocimiento declarativo en sentido Ausubeliano), como los procesos (conocimiento procedimental en el sentido piagetiano) (Gutiérrez, 1987).

3. Las ideas de Piaget. Con relación a Piaget, la teoría propuesta por él no pretende ser una teoría de aprendizaje sino una teoría del desarrollo mental o cognoscitivo con base en lo biológico y epistemológico; es decir, ha permitido

desentrañar cómo se construyen los conocimientos al tiempo que se produce el desarrollo psicológico.

Piaget entendió con detalle la formación de algunas nociones científicas en el niño y mostró su papel activo en la construcción de este conocimiento (Delval, 1985).

Aquí los conceptos corresponden a estructuras cognoscitivas elaboradas para su uso diario en donde se presenta la influencia de elementos del medio e incluye la presión social.

Los conceptos no son erróneos aún no siendo correctos científicamente, pero sí se consideran adecuados para su desempeño, las preconcepciones aparecen debido a que el sujeto no posee una estructura cognoscitiva lógica adecuada para asimilar los nuevos conceptos, los cuales se ven "deformados" (Driver, 1986).

4. Constructivismo. La postura constructivista se ha incrementado a partir de las aportaciones de diversas corrientes psicológicas asociadas a la psicología cognitiva; tales como:

- El enfoque psicogenético piagetiano, la teoría de los esquemas cognitivos, la teoría Ausubeliana de la asimilación y el aprendizaje significativo, la psicología sociocultural Vigotskiana; así como algunas teorías instruccionales (Díaz-Barriga y Hernández, 1998).

En el constructivismo se insiste en una construcción propia del conocimiento que se va dando como resultado de la

interacción del ambiente con su disposición interna, el conocimiento no es una copia de la realidad, sino una construcción del ser humano, que depende de:

- Los conocimientos previos o representación que se tenga y de la actividad externa o interna que se realice al respecto.

De ésta forma la construcción del conocimiento se puede dar a través de ciertas características como:

- Lo que hay en el cerebro del que va a aprender, tiene importancia.
- Encontrar sentido supone establecer relaciones: Los conocimientos que pueden conservarse permanentemente en la memoria no son hechos aislados, sino aquellos muy estructurados y que se interrelacionan de múltiples formas.
- Quien aprende construye activamente significados.
- Los estudiantes son responsables de su propio aprendizaje (Driver, 1986; Gil, 1986).

En este caso el aprendizaje no sólo depende de situaciones y experiencias sino también de los conocimientos previos, de sus concepciones y motivaciones, éstos no son hechos aislados; sino que están estructurados e interrelacionados de diversas formas y presentan la construcción de significados que implican un proceso activo de formulación de hipótesis o realización de ensayos que son corroborados mediante experiencias sensoriales. En algunas

situaciones las construcciones existentes son utilizadas para encontrar el sentido de las experiencias sin que se requieran grandes cambios en la estructura conceptual del sujeto; de ésta forma los sujetos son responsables de su aprendizaje, dirigen su atención hacia éste, utilizan sus propios conocimientos para la construcción de significados en situaciones de aprendizaje, aún cuando presenten una actitud exteriormente pasiva (al leer o escuchar).

Es decir, el alumno es el responsable último de su propio proceso de aprendizaje, su actividad mental constructiva se aplica a contenidos que poseen un grado considerable de elaboración, y la función del profesor no sólo se limita a crear condiciones óptimas para que el alumno lleve a cabo esta actividad; sino además debe orientar y guiar dicha actividad (Díaz-Barriga y Hernández, 1998).

Pero a pesar de las diferentes interpretaciones dadas por las teorías de aprendizaje y los métodos utilizados en ellas, aún no se ha encontrado la respuesta a todas las dudas que surgen en relación a cómo los alumnos obtienen un aprendizaje significativo o cómo se presenta el cambio conceptual en ellos. Por lo tanto, es necesario realizar investigaciones en donde se detecten los conceptos de los alumnos con relación a la ciencia; ya que el conocer la forma en que ellos interpretan y relacionan cada uno de éstos conceptos nos llevará al diseño de estrategias de enseñanza-aprendizaje aplicando los postulados o ideas de alguna de las teorías

relacionadas con este proceso, además de que se lleve a cabo la adecuación para ser utilizada en un tema o temas en particular, los cuales pueden ser sencillos o complejos para su enseñanza.

Ya que la adquisición de nuevos conceptos por parte de los alumnos no llena un vacío de ignorancia, sino que van a substituir poco a poco un cuerpo organizado de ideas y concepciones previas (Astolfi, 1988); que los conduzca a un aprendizaje significativo el cual ocurre cuando la nueva información se enlaza con los conceptos pertinentes que existen en la estructura cognoscitiva del que aprende, provocando un cambio conceptual en donde se dé una reestructuración del conocimiento del individuo.

Es por esto que el siguiente trabajo retoma algunos puntos propuestos por las teorías anteriores como:

- La detección de las ideas presentadas por los alumnos inicialmente (pretest).
- Motivar a los alumnos en relación al tema.
- Confrontación y análisis de ideas.
- Utilización de puentes cognoscitivos.

En especial, la propuesta que se plantea a lo largo de este trabajo se ha desarrollado con una metodología orientada dentro del constructivismo y desde el enfoque de la investigación-acción, en donde el profesor juega el rol de profesor y de investigador.

B. LA INVESTIGACION-ACCION EN LA EDUCACION.

En el campo de la educación la investigación-acción, se desarrolló en el centro de un movimiento internacional, cuya noción fue la de "profesores investigadores" desarrollada por Lawrence Stenhouse (1967-1972); actualmente este movimiento surgido en el Reino Unido está constituido como "Asociación Internacional de Investigación-Acción en el aula".

Los primeros ejemplos de la idea de Stenhouse fueron su propio Humanities Curriculum Project y el Ford Teaching Project dirigido por J. Elliott; éstos dos proyectos presentaron ejemplos primitivos de la investigación-acción en los cuales se incluían investigaciones cooperativas sobre problemas docentes.

En relación al término investigación-acción fue acuñado por Kurt Lewin en 1947 para describir una forma de investigación con las siguientes características:

a) Es una actividad desarrollada por grupos o comunidades.

b) Es una práctica reflexiva social en la que no hay distinción entre la práctica sobre lo que se investiga y el proceso de investigar sobre ella (Elliott, 1990).

Este movimiento de la investigación-acción surge en el contexto de la colaboración entre profesores e investigadores en el desarrollo del currículum, y desde el principio se preocupó más de la calidad de los procesos educativos que de los resultados medidos.

En la investigación-acción el trabajo del profesor cobra una nueva dimensión, en donde se aproxima la preparación e impartición de las clases a una investigación didáctica aplicada y por lo tanto esto contribuye a dar un mayor interés y efectividad a la tarea docente (Piaget, 1969; véase Gil, 1987).

Entendemos esta modalidad investigativa como una reflexión permanente y sistemática en y sobre la acción, en donde el profesor investigador se encarga de llevarla a cabo a través del diseño y ejecución de actividades que le permiten enfrentarse a dificultades a lo largo del proceso de enseñanza; si bien la idea de incorporar la investigación a la labor docente del profesor, no es reciente, si se puede mencionar que a partir de los años 70's es cuando cobra importancia desde el punto de vista teórico como práctico; promoviendo un modelo de profesor que investiga en el aula, solo o con la ayuda de observadores expertos.

Dentro de esta misma línea Elliott y Adelman a través de Ford Teaching Project; introducen la técnica de la triangulación; la cual hace alusión a la relación trío que se establece entre profesor-alumno-observador, siendo el profesor quien decide, los fines y medios del estudio (Porlán, 1996), y el observador facilita desde afuera datos de la situación que ayudan al profesor en su investigación.

Durante la investigación-acción se pueden distinguir las siguientes fases:

- Formulación de problemas
- Diseño de estrategias
- Ejecución y observación de las estrategias
- Evaluación.

Aquí el profesor actúa como facilitador del aprendizaje de sus alumnos y, al mismo tiempo, como investigador de los procesos del aula. De esta forma participa en el proceso de estudio y mejora la práctica educativa (Varela y Martínez-Aznar, 1997).

En resumen en esta corriente se presenta una propuesta de formación de equipos interdisciplinarios para la investigación en el aula, equipos formados por docentes y especialistas que trabajan en cooperación, junto a una serie de propuestas metodológicas para el estudio de las representaciones que construyen los alumnos para explicar los fenómenos naturales (Porlán, 1996).

Si bien se trata de una investigación para la acción, la reflexión que de ella se obtiene puede producir conocimientos válidos, además la investigación-acción puede convertirse en un recurso de formación ya que implica el desarrollo de habilidades y aptitudes permanentes en donde se entra en una dinámica de aprender a aprender y autorregular el propio aprendizaje (Borjas, 1996).

Es decir el docente investiga, identifica dificultades y obstáculos, diseña acciones que lleva a cabo y durante esta

II. DIFICULTADES DEL APRENDIZAJE DE LA BIOLOGIA.

Una de las líneas de investigación que se ha desarrollado a lo largo de las últimas décadas en la didáctica de las ciencias, ha sido el estudio de las ideas que poseen los alumnos con relación a conceptos científicos en el campo de la física y la química y últimamente en el de la biología.

El número de investigaciones realizadas sobre conceptos biológicos es muy inferior al de las efectuadas sobre conceptos físicos y químicos (Jiménez, 1987); esto, tal vez se debe a la mayor complejidad de los conceptos biológicos, así como las dificultades que presentan para llevar a efecto los modelos y replicaciones de fenómenos en el laboratorio o en el aula.

Todo esto ha traído como consecuencia que la biología se base en gran parte, en otras ciencias para su sistema explicativo, sus técnicas de investigación e incluso para la propia formulación de problemas (Lucas, 1986), además de que es mucho más difícil preparar una situación biológica que pueda ser investigada, y también debido a qué, la mayoría de las explicaciones a estas situaciones requieren recurrir a contextos físicos y químicos, por ejemplo un circuito eléctrico es más fácil de organizar que un cruce genético, es así que cuando enseñamos biología necesitamos tener en cuenta lo que los alumnos saben sobre conceptos de física, química, estadística entre otros, los cuales son fundamentales para

explicar los conceptos biológicos, además la rápida evolución que está sufriendo la biología la ha convertido en una ciencia dinámica donde continuamente surgen problemas y preguntas de interés científico y social, cuya solución puede resultar muy difícil (Sigüenza y Sáez, 1990).

Es evidente que la biología constituye un componente de la educación general y la forma de enriquecimiento lingüístico y desarrollo del niño, su enseñanza debe comenzar en la educación primaria y continuar en los niveles subsiguientes hasta la universidad (UNESCO, 1980).

La enseñanza de la biología ha sido generalmente descriptiva en comparación a otras ciencias como la física y la química, las cuales se han apoyado en leyes cuya formulación han descrito en forma universal sus conceptos permitiendo la predicción del comportamiento de las mismas en una situación determinada (Hill, 1986); además el término ley en biología posee matices que escapan a la definición del mismo en otras ciencias.

Como disciplina, la biología posee gran cantidad de conceptos que requieren de ciertos prerrequisitos para ser comprendidos; sin embargo, las estrategias utilizadas para su enseñanza no siempre han sido las adecuadas y han tenido que ser adaptadas tomando en cuenta explicaciones de otras ciencias, además la enorme diversidad de organismos, vivientes y su complejidad la han hecho difícil de aprender, todo tema requiere de un aprendizaje previo, todos son difíciles y

necesarios; hay muchos temas que no pueden ser aprendidos sin conocimientos previos de la biología y de otras ciencias (Gagliardi, 1986). esto ha provocado que se dé una interpretación entre las ciencias en donde una trata de explicar o complementar el conocimiento sobre un concepto determinado; por ejemplo para entender el funcionamiento celular es necesario tener un conocimiento básico en química; para definir la dinámica poblacional se requieren bases de estadística; sin embargo esto no sucede o se manifiesta en muy pocas ocasiones, originando que se dé una comprensión del concepto en forma errónea.

Todo esto ha ocasionado que se presenten programas generalmente muy largos, en particular en biología, y de los cuales los alumnos sólo recuerdan nombres raros, sin adquirir los conceptos que permitan continuar su aprendizaje o, al menos, poseer un panorama global sobre los sistemas vivientes e inclusive sobre su propio organismo. Ante esto es necesario analizar y reestructurar los programas de estudio para que los alumnos puedan adquirir los conceptos básicos sobre la disciplina.

Además, se ha observado que ciertos conceptos en el carácter enseñanza-aprendizaje son difíciles de comprender ya que los conceptos que poseen los alumnos son pocos o casi nulos y erróneos; tal es el caso de temas como: Herencia, Relaciones con el agua, Respiración y Fotosíntesis; que requieren en gran parte de otras ciencias para su sistema

explicativo, técnicas de investigación y aún para la propia formulación de problemas.

Cuando enseñamos algunas de las ciencias, necesitamos tener en cuenta lo que los alumnos saben sobre otras. Sin embargo, debemos ser cautelosos al extrapolar este conocimiento ya que puede ser utilizado erróneamente o son producto de malas interpretaciones, enseñanza o aprendizaje defectuoso que no van de acuerdo con lo prescrito por la ciencia. además se ha observado que la frecuencia de contestaciones correctas depende del contexto involucrado en las tareas que se les solicita.

El conocimiento previo que poseen los estudiantes sobre una ciencia a sido reconocido como un factor conceptual importante para la comprensión de nuevos conocimientos (De Posada, 1996), tal es el caso del concepto fotosíntesis, que requiere de conocimientos de física en absorción y transmisión de la luz, tener idea de estequiometría y de análisis químicos; además es importante señalar que no todos los conceptos presentados por los alumnos son erróneos, el alumno posee ideas que se relacionan con las académicas y otras diferentes y tan importantes como las anteriores: esto es, lo que hace importante el estudio de las ideas que poseen ya que la importancia radica en permitir adaptar mejor la enseñanza-aprendizaje a través de:

- a) La elección de los conceptos que se enseñarán, ya sean centrales o los relacionados con éstos.

- b) La elección de experiencias de aprendizaje a nivel experimental o teórico.
- c) La elaboración de diseños y planificación de actividades experimentales y de material de apoyo a utilizar.
- d) Favorecer la comunicación y cooperación entre los alumnos y el profesor.
- e) Hacer que los alumnos confronten sus representaciones con la realidad y con los de otros (relacionar).
- f) Ayudar a conocer mejor los procesos de aprendizaje.
- g) Crear una nueva perspectiva sobre el aprendizaje y
- h) Ayudar al profesor a crear las condiciones educativas que posibiliten un punto de encuentro entre objetos de estudio-alumno-contexto institucional-escolar (Driver et al., 1989; Giordan, 1982; Jiménez et al., 1994).

Esta adaptación sólo se manifiesta si se da la generación de eventos en los cuales se involucren conceptos y se dé la estimulación al estudiante para que los describa, determine ideas claras, concisas, y se presente la confrontación de estas ideas para definir sus pros y contras (Nusebaum and Novick, 1982).

Por lo tanto, no es fácil llevar estas exigencias a la práctica, ya que las concepciones previas son tenaces y se resisten a cambiar o modificarse, sobre todo aquellas que son erróneas y han persistido durante mucho tiempo en los estudiantes (Ausubel et al., 1983; Caballer y Giménez, 1992).

los cuales poseen a su vez diferencias en cuanto a:

- a) Su nivel de madurez intelectual
- b) El grado de reiteración en el estudio de cierto tema
- c) El material de enseñanza utilizado
- d) El medio social de desarrollo y
- e) La evaluación por la cual pasaron (Caballer y Giménez, 1992; Moreira y Novak, 1988).

Se presentan incluso dificultades como: el cansancio, la inseguridad, el decaimiento (debido al resurgimiento de obstáculos, al desorden (creado por alumnos), a la incomprensión por parte de compañeros y profesores y a la dificultad de comunicación); además, los alumnos no poseen un pensamiento crítico que les ayude a fundamentar sus afirmaciones en observaciones y/o experiencias que les permitan explicar los fenómenos cotidianos.

Además de todo esto, no se divierten ni se interesan por lo que se les enseña, ya que los métodos utilizados para esto, no son en algunas ocasiones los más adecuados, provocando que se den errores conceptuales, que son el producto de una defectuosa comprensión de los contenidos impartidos, es decir, errores postinstruccionales y que hacen referencia a tales contenidos; en éste caso estamos ante una comprensión errónea, promovida por una incorrecta estrategia instruccional o por un mal resultado particular que se ha dado en los distintos niveles educativos y que han sido detectados en algunas investigaciones (Astudillo y Gene, 1984). Tales errores no son

una simple distracción fácilmente subsanable con una llamada de atención, sino que afectan conceptos claves que son sostenidos con evidencias de sentido común (Gil, 1985).

Es por esto que algunos investigadores han tratado de solucionarlo a través del uso de estrategias que permiten relacionar los conceptos que la escuela enseña con los que el alumno posee y uno de los caminos que se ha propuesto es el de utilizar la historia de las ciencias; la cual puede servir no sólo para definir los conceptos, sino también para mostrar las dificultades en la construcción del conocimiento (Gagliardi y Giordan, 1986).

A. EL USO DE LA HISTORIA DE LAS CIENCIAS EN LA ENSEÑANZA DE LA BIOLOGÍA.

Uno de los aportes que podemos obtener de la historia de la biología, es saber cuáles han sido los cambios conceptuales que permitieron el desarrollo de la biología actual; además puede ser un medio para discutir los mecanismos de construcción de conocimientos, sin embargo la historia de la ciencia no debe presentarse como una serie de descubrimientos realizados por investigadores en forma lineal, sino que es necesario hacer comprender a los alumnos las dificultades y obstáculos que fue necesario atravesar, sin olvidar el contexto que dió origen a esa evolución.

Es decir, la historia de la ciencia puede ser utilizada para definir los conceptos estructurantes presentes en los

momentos de profunda transformación de la ciencia y como un tema de clase por sí mismo (Gagliardi, 1986).

Se entienden como "conceptos estructurantes" aquellos que al ser construidos por los alumnos determinan una transformación de su sistema cognitivo que permiten incorporar nuevos conocimientos; desde un punto de vista constructivista, los conceptos estructurantes son construidos también por los alumnos al mismo tiempo que construye otros y sólo tienen sentido si se insiste en el trabajo cognitivo del alumno en la construcción de su propio conocimiento y esto hace necesario no sólo conocer el tema a enseñar; sino también las actividades que ayuden a su aprendizaje.

De esta manera, la utilización de la historia de las ciencias nos abre una perspectiva no sólo para definir conceptos estructurantes, sino además, nos permitó ver las dificultades que se presentan en la construcción del conocimiento a lo largo del tiempo y esto nos muestra que para aprender biología es necesario que los alumnos adquieran los conocimientos base que les ayuden a construir un pensamiento biológico que permita un cambio conceptual con relación a la concepción de seres vivos: lo cual implica la formulación de diferentes contenidos que pueden expresarse de diversas maneras y pueden ser adquiridos a partir del estudio de la Estructura celular, Composición química del organismo, Nutrición, Respiración, Genética o de la Fotosíntesis; y que una vez que ha sido asimilado permitirá la construcción de

otros conocimientos y conforme se tome en cuenta este concepto, se desarrollarán diversos temas insistiendo en la relación entre diferentes niveles de organización: niveles cuyos conceptos y principios son abstractos y requieren ser estudiados en el estado operacional formal; ya que éstos han sido identificados por su nivel de dificultad que se presenta en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Algunos de estos temas son: el Transporte del Agua en los Organismos, Osmosis y Osmorregulación, la Química de la Respiración y la Fotosíntesis, los Ciclos de Energía (ATP, ADP), Respiración Celular, Síntesis de Proteínas, Mitosis y Meiosis, Estructura y Función Enzimática, Teoría Cromosómica de la Herencia, Leyes de Mendel, Alelos Múltiples, etc: (Lazarowitz and Penso, 1992; Simpson and Arnold, 1982); Todos son incluidos en los programas de biología sin tener en cuenta si el alumno podrá o tendrá un conocimiento previo para su comprensión y que pone en evidencia la escasa efectividad de una enseñanza de la ciencia incapaz de lograr la comprensión de conceptos fundamentales, lo cual ha determinado una mayor atención al proceso de enseñanza-aprendizaje y a las investigaciones derivadas de éste, en donde se pretende la elaboración de nuevos modelos didácticos que presenten no sólo el cambio conceptual, sino también el metodológico y actitudinal.

III. LA FOTOSINTESIS DENTRO DE LA BIOLOGIA.

A. UNA REVISION HISTORICA.

A lo largo del tiempo la historia de las ciencias nos ha narrado anécdotas y hechos que han influido en el desarrollo de nuevas teorías o leyes: las cuales nos ayudan a comprender e interpretar el mundo que nos rodea.

Al leer sobre el tema nos vemos tentados a pensar que las ideas o conceptos que tenían algunos científicos eran tontas o ingenuas, pero, al analizarlos nos damos cuenta que inclusive nosotros en algún momento de nuestra vida hemos tenido ideas o conceptos similares, y esto hace que reflexionemos sobre la importancia de saber como llegaron a ellas.

Los conceptos así como los individuos poseen su historia y son realmente incapaces de resistir al tiempo como los individuos (Novak, 1976).

Tal es el caso del concepto de fotosíntesis, el cual ha pasado por un largo proceso, que ha permitido observar conflictos entre partidarios de una u otra idea: pero sea lo que fuere la historia de las ciencias y, en este caso, el de la biología nos ayuda a comprender cuales han sido los cambios conceptuales que han ayudado a su desarrollo. Es así que en el siguiente apartado, se desarrolla una síntesis del contexto histórico de una idea en la cual se conjuntan personajes y conceptos que hicieron posible el conocer a fondo el proceso por medio del cual se desarrolló el concepto de fotosíntesis.

Es sorprendente ver la poca atención que atrajo el proceso fotosintético antes del siglo XVIII.

En aquel tiempo hace ya más de 10 mil años que existía la agricultura y se habían escrito tratados prácticos sobre la producción de las cosechas por lo menos desde 2 mil años antes (Lomis, 1969 véase Devlin, 1982).

Los griegos antiguos pensaban que las plantas sacaban alimento directamente de la tierra, y las consideraban como formas de vida más bajas capaces de surgir por generación espontánea. Ésta visión de espontaneidad minimizó el estímulo para las observaciones críticas concernientes a la producción y nutrición. No obstante la gente se esforzó por comprender principalmente la nutrición de las plantas (Barker, 1995).

Aristóteles, consideró al suelo como el reservorio de preformación de alimento, que era transportado dentro de la planta, y en donde un corto proceso digestivo tomaba lugar: "...la absorción del alimento es parte de un principio de la naturaleza de las plantas, y esto es una característica común de las plantas y animales..." (Aristóteles, De Plantis; véase Baker, 1995).

"... las raíces de las plantas son análogas a la boca de los animales, ambos sirven para la absorción de alimento..." (Aristóteles, De anima; véase Barker, 1995).

Esto hizo ver a las plantas como si fueran animales parados sobre su cabeza. La digestión del alimento se consideraba que ocurría en el exterior de las raíces y el

suelo actuaba en algunos casos como el estómago de los animales, en donde el material era predigerido y suministrado al organismo.

Como resultado de éstas observaciones, Aristóteles inicia las primeras investigaciones relacionadas con el proceso de nutrición en las plantas.

Esta visión Aristotélica, suscrita por los analógrafos propone que el material del cual ésta constituida una planta, está contenido en la tierra, sin embargo, la idea fue rechazada en el siglo XVII por Jan Van Helmont y Robert Boyle: quiénes argumentaban que las plantas eran capaces de realizar un proceso conocido como transmutación, en donde se daba una transformación directa del agua dentro de la planta en material vegetal.

En 1583, Andrea Cesalpino, trató de comparar a las plantas y animales con respecto a su nutrición, creía que los materiales elementales para la planta estaban en el suelo y que ésta los tomaba para hacer su alimento. Intentó explicar por leyes físicas como sube el agua en la planta, propuso que el agua era absorbida por la planta como un papel secante; es decir continuaba con la visión aristotélica de preformación de alimento proveniente del suelo.

En el siglo XVII, se sabía muy poco o casi nada acerca de la naturaleza de los gases y más aún, se entendió muy poco sobre lo que significaban para los organismos vivos (Baker y Allen, 1970). Es en esta época donde surge la teoría del

"Flogisto" la cual trató de explicar muchos fenómenos, especialmente el de la combustión de algunas sustancias. Los científicos que sostenían la teoría del flogisto, decían que el aire estaba "Flogisticado". Este aire flogisticado se dijo que estaba "Fijo" y por lo tanto era incapaz de favorecer la combustión (Asimov, 1989; García, 1991).

Los primeros científicos notaron que cuando una vela ardía bajo una campana sellada se apagaba después de cierto tiempo, esto llamó la atención y el aire que estaba presente dentro de la campana antes de que la vela ardiera era llamado "Aire desflogisticado".

La aceptación de la teoría del flogisto, demarcó la estructura mental a través de la cual los primeros investigadores enfocaron sus trabajos sobre la fotosíntesis.

Sin embargo, esta teoría comenzó a decaer cuando Antoine Laurent Lavoisier, a través de una metodología experimental sistemática, descubra entre 1772 y 1782 la composición del aire y propone una nueva doctrina de oxidación y respiración, interpretando éste proceso como una combinación de diferentes sustancias con el oxígeno. En 1781 demuestra que el llamado "aire fijo" es un componente de carbón y oxígeno (CO_2) y junto con este gas hay otro que llama "aire inminentemente respirable" y después "Principio oxígeno" (oxígeno) (Lecaille, 1994; Morton, 1981).

Esto hizo factible que se diera un rápido progreso en la química de los gases (1750-1775), y también el desarrollo del

proceso de nutrición en las plantas.

A principios del siglo XVII uno de los primeros en estudiar algunas características de la nutrición en las plantas fue el químico flamenco Jan Baptista Van Helmont, quien llevó a cabo un experimento muy significativo con un árbol de sauce; al intentar descubrir la fuente de los materiales nutritivos para los vegetales, para esto colocó una maceta ahí depositó 90.7 kilos de tierra, en ella sembró un tallo de un árbol de sauce que pesaba 2.30 kilos, cuando era necesario humedecía la tierra con agua de lluvia o agua destilada; después de cinco años de cuidar el árbol éste creció y pesaba 76.74 kilos, asimismo secó la tierra de la maceta y la peso y encontró los mismos 90.66 kilos. Por lo tanto 76.74 kilos de madera, corteza y raíces se formaron solamente de agua.

A él le pareció que la materia vegetal representada por la ganancia en peso, provenía del agua y asume que el agua ha sido transmutada en madera (Baker y Allen, 1970).

En la última parte del siglo XVII el desarrollo del microscopio y su uso llevó al descubrimiento del mecanismo a través del cual, el aire puede ser tomado dentro de las plantas, éste mecanismo fue sugerido por el microscopista italiano Malpighi, quien observó diminutas aberturas, (estomas), en la superficie de las hojas de las plantas; también identificó y trazó los vasos por los cuales corren los fluidos y especuló sobre las funciones de las hojas;

sugiriendo que las hojas elaboran alimento.

Otro investigador que se interesó en el problema del flujo de materiales a través de las plantas fue el sacerdote y fisiólogo Stephen Hales. Aparentemente él fue uno de los primeros en notar (aunque de manera indirecta) que tal vez el agua no es la única relacionada con la nutrición de las plantas.

Para probar esto, colocó una planta de menta en una cisterna de vidrio llena de tierra y echó en ella tanta agua como pudo contener. Sobre la cisterna instaló un vaso invertido, el agua fue elevada por medio de un sifón hasta un punto determinado. De manera similar puso otro vaso invertido de igual tamaño que el anterior, pero sin ninguna planta dentro de él.

Este experimento es significativo ya que Hales empleó un grupo control (el recipiente vacío). Si hubiera usado sólo el sistema en el cual crecía la planta, habría sido difícil decidir que fluctuaciones del nivel de agua se debían a un aumento de la presión barométrica y cuáles eran producidas por la planta. Otro factor observado en el experimento de Hales: fue el colocar plantas frescas de menta en el vaso del cual se había sacado la planta original; a este respecto Hales notó que la planta se secaba en 4 ó 5 días. Esto lo llevó a una conclusión importante. La idea de que la primera planta había provocado algún cambio en el aire. A partir de esto Hales concluyó que:

- Las plantas interactúan con la atmósfera, afectando las condiciones de ésta en cuanto a su composición.

Cuando Hales interpretó sus resultados pensó sobre dos posibles razones: las hojas absorben gas y exhalan una sustancia la cual se combina con partículas presentes en el aire.

En cambio Joseph Priestley, en 1771 con un experimento simple y elegante descubre la relación fundamental entre las plantas y los animales con respecto al intercambio gaseoso que acompaña al proceso de fotosíntesis.

Priestley describió que el aire "nocivo" al hacer arder en él una vela no podía mantener vivo un ratón. Sin embargo, observó que si se hacía crecer una planta de menta en el mismo aire, éste se "purificaría", permitiendo así mantener la vida del ratón. Percibió también que las plantas de menta vivían bien en el llamado aire nocivo.

Este experimento le dió el crédito a Priestley como el descubridor del oxígeno y demostró que las plantas verdes liberan oxígeno: en cambio no reconoció el papel del anhídrido carbónico (CO_2), ni el de la luz en la fotosíntesis (Devlin, 1982).

Este trabajo fue leído por el holandés Jan Ingenhousz, quien llevó a cabo sus propias investigaciones, introduciendo además variaciones en los experimentos de Priestley e hizo varios descubrimientos importantes en los cuales encuentra que: "Las plantas tienen, una facultad muy sorprendente de

elaborar el aire que ellas contienen. e indudablemente que absorben de la atmósfera común el aire desflogisticado real y bueno". (Baker y Allen, 1970).

Con éstos experimentos, Ingenhousz demostró que las plantas producen oxígeno sólo en iluminación y que en la obscuridad se comportan como los animales, consumiendo oxígeno y produciendo bióxido de carbono.

Todo esto lo llevó a desarrollar los aspectos esenciales del ciclo del carbono en la naturaleza, además de proponer el concepto de "Balance de vida" en una publicación titulada "Experimentos sobre vegetales; descubriendo su gran poder de purificación de aire común en el día y lo perjudicial en las sombras de la noche".

En la última parte del siglo XVIII, se abandona poco a poco la teoría del flogisto, se aísla el elemento oxígeno y se descubren muchas propiedades físicas y químicas, a consecuencia surgen preguntas como: ¿De dónde proviene el oxígeno que liberan las plantas: del agua, del anhídrido carbónico o de ambos?.

Dos investigadores se dieron a la tarea de responder a esta pregunta.

El científico francés M. Berthollet, argumenta que el oxígeno liberado provenía de las moléculas de agua. Para probar esto diseña un experimento en el cual hace crecer plantas en un medio que no contenía hidrógeno, luego analizó químicamente el material vegetal para determinar la presencia

de hidrógeno.

Berthollet observó que el hidrógeno provenía solamente del agua, puesto que el anhídrido carbónico no contiene hidrógeno. Al razonar esto, Berthollet menciona que la planta toma el hidrógeno, liberando el oxígeno de la molécula de agua. Por lo tanto el oxígeno liberado a la atmósfera proviene de la molécula de agua.

El francés Jean Senebier, se opuso a esto y propone que la molécula de oxígeno provenía del anhídrido carbónico y no del agua.

Nicholas Theodore de Saussure, estuvo de acuerdo con Ingenhousz en que en el proceso de nutrición de las plantas (fotosíntesis) se presentaban dos tipos de intercambio gaseoso, uno en condiciones de luz y otro en la obscuridad y que los tejidos verdes sólo realizaban el proceso de la absorción de anhídrido carbónico y el desprendimiento de oxígeno en presencia de luz; y reconoce hasta cierto punto la participación del agua.

En 1800 se averiguó parte del metabolismo básico de las plantas verdes, el proceso de fotosíntesis productor de los alimentos en la luz fue separado del proceso de respiración, en el cual los alimentos eran oxidados en obscuridad y que globalmente constituían la reacción opuesta (Whittingham, 1976).

Sin embargo no fue sino hasta 1898 cuando Barnes propone el concepto de "Fotosíntesis", para designar este proceso

metabólico de las plantas (Gabriel and Fogel, 1955).

Asimismo H. J. Durochet, establece en 1837, que sólo las células que llevan la sustancia verde pueden combinar o fijar CO_2 con otras sustancias para formar nutrientes, estableciéndose de éste modo que la clorofila es un requerimiento enzimático en la fotosíntesis.

Al finalizar el siglo XIX ya se había identificado el sitio en que se realizaba la fotosíntesis dentro de la célula (el cloroplasto). El primero en demostrar esto fue Theodor Engelmann y más tarde fue corroborado por Julius Sanchs y Nathanael Pringsheim, quienes describen los cloroplastos como la estructura que lleva la clorofila en las células de las plantas verdes, de esta forma se comprobó también que la clorofila no estaba distribuida libremente en las células de las plantas y tejidos; como se pensaba antiguamente.

Sin embargo a pesar de los esfuerzos de éstos investigadores, el mecanismo esencial de la fotosíntesis continuo siendo misterioso, hasta que en 1905 F. F. Blackmann demostró que no es únicamente una reacción fotoquímica sino también una reacción bioquímica.

Después de la segunda guerra mundial Melvin Calvin y su grupo usando CO_2 marcado con carbono 14, constataron que la reacción oscura de la fotosíntesis, ocurre verdaderamente en la oscuridad.

Los pasos siguientes en las investigaciones fueron el aislamiento de proteínas a partir de los cloroplastos, el

transporte de los electrones en el proceso, etc.

En conclusión podemos decir que el estudio de la fotosíntesis se originó hace unos 300 años con los trabajos de Van Helmont sobre el origen de la materia vegetal, sin embargo el problema aún no se ha resuelto totalmente: pero todas las investigaciones derivadas de este problema, han dado una visión moderna que deja ver a la fotosíntesis como un sistema de "flujo de electrones" entre varios compuestos aceptores. A medida que los electrones se mueven de un compuesto a otro, su energía cinética (provista inicialmente por la luz) es atrapa como energía química potencial en la forma de ATP (Baker y Allen, 1970).

El proceso completo se divide en dos etapas o fases conocidas como reacciones luminosas y reacciones oscuras y se llevan a cabo en el cloroplasto.

En las reacciones dependientes de la luz, que definen a la fase luminosa, la energía luminosa es captada por un sistema especializado de pigmentos y utilizada para sintetizar ATP y NADPH (nicotinamida adenindinucleótido fosfato reducido).

En las reacciones oscuras (fase oscura), el ATP y NADPH formados anteriormente se utilizan como fuente de energía química y poder reductor respectivamente, para convertir el CO_2 en carbohidratos (Andreo y Vallejos, 1984).

Con todo esto, podemos darnos cuenta que el desarrollo histórico de la fotosíntesis esta ligado a conceptos de física

y química, los cuales ayudan a comprender el proceso, de aquí la importancia de utilizar la historia de las ciencias para ayudarnos no sólo a definir los conceptos estructurantes sino también para comprender los problemas y dificultades por los cuales ha atravesado la ciencia en su desarrollo.

B. LA FOTOSINTESIS EN EL PROCESO DE ENSEÑANZA APRENDIZAJE DE LA BIOLOGIA.

La historia de la ciencia nos ha ayudado a definir conceptos estructurantes: así como a observar los obstáculos por los cuales han pasado: ¿pero qué es lo que ocurre? o ¿cómo se presentan en el proceso de enseñanza-aprendizaje?.

Se ha observado que a lo largo del proceso de enseñanza-aprendizaje los alumnos se enfrentan en los diversos niveles escolares a la adquisición de los conceptos de las disciplinas científicas; esto ha sido una tarea crucial y de hecho las investigaciones educativas que se han realizado en el área de las ciencias en los niveles medio y superior han exigido un creciente interés por los problemas de aprendizaje de conceptos.

Problemas que se han enfocado tanto en el estudio del aprendizaje de los conceptos científicos, como la función de las ideas previas que poseen los estudiantes frecuentemente al iniciar el aprendizaje de estas disciplinas.

Siendo necesario el detectar estas ideas para ser consideradas por los profesores de ciencias en el diseño de

sus estrategias, así como en el del material de enseñanza.

Tal es el caso de las ciencias de la vida en las cuales se han realizado revisiones periódicas que han mostrado que los estudiantes poseen errores conceptuales sobre los fenómenos biológicos, errores provocados tal vez por el número, estructura y sincronización de las experiencias de aprendizaje dadas a los alumnos para el desarrollo de estos conceptos; así como la falta de clara definición de los mismos.

Asimismo los procesos metabólicos cuyo concepto es difícil de entender; aun cuando se divida en los procesos que lo constituyen como lo son: la Fotosíntesis y Respiración, procesos que juegan un rol central en la comprensión biológica de algunos aspectos de los seres vivos (Anderson et al., 1990).

La fotosíntesis como tema dentro de la biología presenta dificultades tanto para su enseñanza como su aprendizaje, una -la más común- es la presencia de errores conceptuales provocados por las estrategias y material didáctico utilizado, en los cuales, no se definen aspectos como el proceso o los productos y las relaciones que hay entre éstos (Storey, 1989), dando como resultado una defectuosa comprensión del tema que se ve reflejado en las ideas presentadas por los alumnos; ideas como:

- a) Las plantas no respiran, o sólo lo hacen durante la noche.

- b) La fotosíntesis es un sustento de las plantas verdes.
- c) El alimento de las plantas incluye: agua, suelo, aire, minerales y luz del Sol.
- d) La fotosíntesis es un entendimiento defectuoso del término alimento.
- e) La fotosíntesis es un simple proceso de cambio de gases.
- f) La luz es usada para guardar el calor en las plantas (Anderson et al., 1990; Eisen and Stavy, 1988; Haslam and Treagust, 1987; Lumpe and Staver, 1995; Simpson and Arnold 1982).

Este tema en si es complejo ya que abarca aspectos ecológicos, bioquímicos, anatomofisiológicos y cambios de energía, que lo hace ser un concepto integrador y central (Waheed and Lucas, 1992). Todo esto ha ocasionado que se plantee la relación de la fotosíntesis con la respiración, el crecimiento de las plantas, el flujo de energía en un ecosistema, la alimentación, etc; (Anderson et al., 1990; Smith and Anderson, 1984; Wandersee, 1985)

Otra de las dificultades para la enseñanza-aprendizaje radica, en que no se puede derivar de una observación cotidiana y los alumnos lo interpretan en función de lo que saben y sienten a través de su cuerpo (Rodrigo-Vega, 1992); además, se ha observado que la mayoría de los estudiantes de todas las edades exhiben concepciones extraordinariamente similares acerca de la fotosíntesis e inclusive conocen la

necesidad de agua, aire y luz del Sol por parte de las plantas, pero la manera en que éstos materiales interactúan y su importancia en el proceso es desconocida (Lawson, 1988). Además, tienden a ver a las plantas como animales, las cuales se alimentan a través de sus raíces (Lumpe and Staver, 1995); es decir, considerarán esta parte como la boca de un animal (Barker, 1995).

En consecuencia los alumnos piensan que la planta recibe alimento ingiriendo materiales como suelo y agua y tratan de expresar una comprensión del proceso fotosintético. Esta idea la relacionan con el hecho de que los humanos consumimos productos animales y aplican el mismo razonamiento para las plantas, lo que refleja un pobre entendimiento del término alimento (Lumpe and Staver, 1995); el cual está ligado a algunos tópicos de biología como Nutrición, Digestión, Respiración y por supuesto Fotosíntesis. Lo que implica que los alumnos no tengan idea alguna sobre las plantas y como "hacen su propio alimento" o la fuente de alimento para ellas (Simpson and Arnold, 1982).

Esto tal vez se debe a que algunos conceptos requieren de ciertos conceptos "simples" o "prerrequisitos" que son utilizados para comprender otros más complejos y que permiten el desarrollo de éstos.

En la fotosíntesis es necesario tener conocimiento de: Célula, Carbohidratos, Gases, Materia y Energía. (Simpson and Arnold, 1982); los cuales son considerados prerrequisitos

necesarios para una "preparación cognitiva" que ayude a comprender el concepto de fotosíntesis, esto implicó no sólo la comprensión de este proceso biológico, si no también de conceptos y principios básicos de física como Leyes de conservación de la Materia y Energía, la Naturaleza de la Energía, la Teoría de la Materia y la Teoría atómica-molecular entre otros (Anderson et al., 1990).

En consecuencia los alumnos presentan dificultades a la hora de su aprendizaje ya que poseen pocos conocimientos de su papel en la naturaleza, en especial en temas como ciclos biogeoquímicos (como el del carbono), de los factores que intervienen en el proceso y además no poseen un conocimiento directamente relacionado con ella; aunque sí poseen muchos conceptos no integrados y relevantes acerca de las plantas; los cuales se encuentran en forma errónea o aislados unos de otros como son los conceptos de: Fotosíntesis, Agua, Luz, Bióxido de carbono, Oxígeno, Carbohidratos, Cloroplasto, Clorofila, etc (Simpson And Arnold, 1982).

Con relación a los conceptos de luz y agua; los alumnos no poseen un conocimiento estable y piensan que se necesitan como alimento de la planta e incorporan ideas como que son útiles para crecer, hacer su alimento, vivir y mantenerse saludables (Lumpe and Staver, 1995; Smith and Anderson, 1984).

Esto ha originado que se desarrollen investigaciones en donde se trata de detectar y dar alternativas con respecto a las ideas que los alumnos tienen sobre la fotosíntesis,

algunos estudios han retomado el aspecto histórico y otros han desarrollado técnicas pedagógicas las cuales incluyen el trabajo colectivo de los alumnos y su evaluación para conocer si se ha dado la asimilación del concepto; otro método utilizado es la elaboración de mapas conceptuales, los cuales cuentan con una extensa y rigurosa validación que los confirma como instrumentos para mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje (González, 1992). Estos tienen como objetivo representar relaciones significativas entre conceptos en forma de proposiciones que siguen un modelo que va de lo "general a lo particular", con una jerarquía conceptual.

El objetivo de estas estrategias es obtener un aprendizaje significativo en el cual se den procesos que involucren relaciones entre conceptos, de modo que se produzca un cambio conceptual; en donde se explique el fenómeno en términos de nuevos conceptos (García y Rodríguez, 1988).

Pero para que ocurra esto, es indispensable que el alumno tenga conciencia de la necesidad del cambio para que se dé activamente la asimilación: asimismo, debe de ir acompañado de algunas condiciones como:

- a) La producción de insatisfacción de los componentes existentes
- b) La existencia de una nueva concepción mínimamente inteligible, coherente e internamente consistente
- c) Esta concepción debe de ser, inicialmente pausable y fructífera y

d) La nueva idea puede ser perceptible, elegante, parsimoniosa y/o útil (Duschl, 1991; Postner et al., 1982).

En el caso de la fotosíntesis, este es un proceso que involucra una estructuración de conceptos que engloban secuencias de reacciones químicas y una conversión de energía, en cuyas reacciones se producen carbohidratos y oxígeno a partir del CO_2 y agua, es decir, la fotosíntesis es el proceso por el cual las plantas usan la energía de la luz solar para elaborar su propio alimento (Anderson et al., 1990; Lumpe and Staver, 1995). La luz es utilizada en la actividad enzimática que se presenta en el cloroplasto y el agua proporciona los iones para los procesos de fosforilación y por lo tanto la formación de ATP y NADPH requeridos para la fijación del CO_2 (Storey, 1989).

Además, no hay que perder de vista que la fotosíntesis es un concepto clave (prerrequisito) para comprender otros fenómenos como: Flujo de energía, Suministro de alimento (cadenas alimenticias, redes alimenticias, etc), y otros principios ecológicos (Anderson et al., 1990; Lumpe and Staver, 1995).

Con el objeto de investigar esto, es necesario presentar una estrategia metodológica donde se tome en cuenta lo que el alumno conoce sobre el concepto de fotosíntesis, y a partir de ello, diseñar una estrategia que permita a los alumnos construir nuevos conocimientos a partir de sus ideas

iniciales, de tal forma que a lo largo del proceso se promueva el cambio o modificación de dichas ideas con el fin de acercarlos hasta un concepto académicamente aceptado.

IV. JUSTIFICACION.

Con lo ya mencionado, fue posible darme cuenta que el proceso de fotosíntesis es un tema relevante, ya que a través de éste se da la transformación de energía química, que es utilizada en un ecosistema; además, la relación que guarda con otros temas lo hace ser un concepto prerrequisito, que permite la comprensión de otros conceptos biológicos como: Cadenas alimenticias y Flujo de energía.

De aquí la importancia de estudiar los conceptos que poseen los estudiantes sobre la fotosíntesis, para ser considerados y tratar de provocar un aprendizaje significativo.

Este aprendizaje dependerá de la habilidad y destreza con que se presente el concepto de fotosíntesis, pero para lograr esto se requiere motivar de forma conveniente al alumno y ofrecerle experiencias educativas dinámicas y autorreguladoras, que le permitan reflexionar acerca de lo que oye o ve con relación a la actividad del docente, así como de sus propias actividades.

Es así que el presente trabajo ofrece un diseño de estrategia de enseñanza-aprendizaje, en donde se indica una secuencia de actividades educativas basadas en la investigación-acción y el constructivismo, las cuales trataron de dar a conocer la importancia del proceso fotosintético así como las partes que lo constituyen.

V. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

Para los alumnos, los procesos metabólicos que ocurren en los seres vivos son difíciles de comprender, ya que los conceptos adquiridos son pocos o casi nulos y además erróneos en algunas ocasiones, tal es el caso del concepto de fotosíntesis, el cual es confuso para los alumnos e incomprensible la relación que tiene con otros conceptos e, inclusive, no presentan conocimientos relevantes para estructurarlos. Sólo manejan conceptos aislados que, a la hora de relacionarlos con otros, no poseen coherencia con el conocimiento científico que deberían de tener.

De acuerdo a lo anterior podríamos plantearnos diversas cuestiones en torno al aprendizaje de este concepto.

- a) ¿Cómo relacionan los alumnos los conceptos incluidos de luz, agua, CO_2 , etc; dentro del tema de fotosíntesis?.
- b) ¿Comprenden el proceso como parte del metabolismo?.
- c) ¿Qué características presentan las ideas que poseen con relación al tema?.

Para responder a esto se requiere de una serie de estudios considerando los diferentes aspectos relacionados con el tema, sin embargo, fue necesario concretarse a una problemática en general que permitiera detectar las ideas que

poseen los alumnos sobre el tema, y a partir de éstas tratar de que construyan el concepto de fotosíntesis, similar al aceptado científicamente; por lo tanto, el siguiente trabajo plantea la siguiente problemática:

- 1.- ¿CUALES SON LOS CONOCIMIENTOS QUE POSEEN LOS ESTUDIANTES DE BACHILLERATO (3er SEMESTRE) CON RELACION AL TEMA DE FOTOSINTESIS?

- 2.- ¿ES POSIBLE QUE OCURRA UN CAMBIO CONCEPTUAL A TRAVES DE UNA SECUENCIA DE ACTIVIDADES DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE, DESDE UN PUNTO DE VISTA CONSTRUCTIVISTA?.

VI. OBJETIVOS.

Los conceptos e ideas básicas son parte del conocimiento que de una u otra forma constituyen una verdad relativa. el contenido de éstos sufre cambios que ocasionan un enriquecimiento, profundidad y perfeccionamiento de la estructura cognoscitiva (Remedi, 1979).

Lo que el alumno es capaz de aprender, depende en cierta forma de lo que se encuentre en su mente y que es retenido, o aprendido si existen conceptos ya establecidos, dándose así un enlazamiento con lo ya existente; pero ¿Qué ocurre con los conceptos con relación a la fotosíntesis?, ¿Cómo influyen las ideas previas en la adquisición de nuevos conocimientos?.

Todo esto es demasiado general para una comprobación sistemática y rigurosa. Por lo tanto se tomó como punto de partida, para tratar de resolver este problema dos objetivos:

- 1.- EXPLORAR LOS CONOCIMIENTOS QUE POSEEN LOS ESTUDIANTES DE BACHILLERATO EN RELACION CON LA LUZ Y EL AGUA EN EL PROCESO DE FOTOSINTESIS Y
- 2.- ELABORAR Y APLICAR UNA ESTRATEGIA DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE CON RESPECTO A LOS CONCEPTOS DE LUZ Y AGUA PARA GRUPOS PEQUEÑOS.

VII. METODOLOGIA.

El presente trabajo se realizó desde el enfoque de la investigación-acción, en la cual se muestra la transformación de una situación y la profundización en la comprensión y el conocimiento de la situación o proceso que se intenta mejorar, aquí la investigación propicia una acción decidida y experimentada que se convierte en un instrumento o estrategia con relación a una finalidad.

Esto implica definir las tareas específicas del docente que lo haga posible, además promueve un modelo de profesor que investiga en el aula, solo o con la ayuda de observadores expertos para resolver los problemas concretos (investigación para la acción), y al mismo tiempo, reflexiona, teoriza y reconstruye progresivamente el curriculum.

Por otra parte, se ha asumido la teoría constructivista del aprendizaje, con el propósito de que el alumno construya su propio concepto de fotosíntesis retomando sus ideas previas y ayudándoles a formar el hábito de cuestionar sus ideas; así como a desarrollar las estrategias adecuadas para contrastar concepciones para su posible aceptación.

Tomando como punto de partida estas ideas el trabajo en el aula se realizó a través de la planificación y ejecución del siguiente diseño que se dividió en tres fases:

A. Fase I: EXPLORACION DE IDEAS PREVIAS (Fumagalli, 1993).

1. CARACTERISTICAS DE LA POBLACION.

Se seleccionó un grupo de bachillerato de 3er semestre, constituido por 16 alumnos de los cuales 11 eran mujeres y 5 hombres, cuyas edades iban entre los 15 y 17 años; estos alumnos, no habían estudiado el tema durante el curso en el que se encontraban; aunque sí lo habían hecho en cursos anteriores con una metodología diferente a la utilizada en este caso, por lo tanto diferían en el nivel de:

- Madurez intelectual. La clase particular de preparación y el grado relativo de aptitud escolar general influye en los aspectos cualitativos del rendimiento, afectando la rapidez con que se adquieren actitudes de aprendizaje, ejecución en tareas estructuradas y estrategias para resolver problemas.

- Grado de profundidad del tema. Los alumnos de 3er semestre de bachillerato sólo habían trabajado este concepto durante sus cursos de primaria (5to año) y en secundaria, y cada uno de ellos obtuvieron el concepto con una estrategia de enseñanza-aprendizaje diferente ya que provienen de instituciones diferentes.

- El material utilizado para su enseñanza. Este se basa en la disposición del material que involucra cantidad, dificultad, escalonamiento, lógica subyacente, secuencia, ritmo de presentación y uso de ayudas a la instrucción.

- El medio social de desarrollo. El proceso de enseñanza-

aprendizaje no tiene lugar en un contexto puro de laboratorio o aula; el alumno está siempre en algún contexto social en el espacio y en el tiempo, los sucesos del día, el aula, el invierno, los contactos personales, cooperación y competencia; es decir todos los ambientes sociales y físicos, estimulan el proceso de aprendizaje dando el éxito o fracaso de éste.

- La evaluación aplicada. Profesores con experiencia han reconocido que es difícil construir pruebas que evalúen en su totalidad a todo un grupo de estudiantes, ya que en algunas ocasiones ciertos métodos evaluativos sólo propician la memorización del tema y no favorecen un aprendizaje significativo.

Cabe mencionar que se seleccionó el bachillerato ya que éste es el nivel de preparación y vínculo directo con la educación superior (universidad) y que tiene como finalidad preparar a los alumnos para su desarrollo en ésta o fuera de ella, al inicio del semestre se llevó a cabo una estrategia de integración, cuyo objetivo fue unir al grupo y que se conocieran mejor entre ellos; lo cual facilitaría el trabajo desarrollado a lo largo del semestre en el aula.

Además, en el Colegio de Ciencias y Humanidades se implementó un nuevo plan de estudios en el semestre 98-1 que trata el tema de fotosíntesis en la unidad II, titulada "Los procesos de conservación en los seres vivos" del programa de biología I, con 25 hrs establecidas (junto con otros temas como el de respiración), y que posteriormente, se ve

implícito en la unidad III de biología II. en el tema de "Estructura y procesos del ecosistema"; y en biología IV Unidad I "Bioenergética" (Colegio de Ciencias y Humanidades. 1996).

Este nuevo plan de estudios pretende que los alumnos al salir de bachillerato tengan una preparación propedéutica para aquellos que ingresen a una licenciatura científica o que al menos tengan una cultura general para los que no ingresan a estas licenciaturas.

2. ESTRATEGIA DE EXPLORACION.

La metodología utilizada por los investigadores en la mayoría de los casos para registrar las concepciones de los estudiantes ha sido el empleo de cuestionarios (Anderson et al., 1990; Astudillo y Gene, 1984; Gallegos y Silis, 1992). teniendo presente esto, se elaboró un test; para la realización de éste tomé en cuenta las opiniones y sugerencias de 30 profesores que imparten la asignatura de biología en el nivel bachillerato y que en su mayor parte son biólogos.

Todo esto se realizó para que cada una de las preguntas representaran el contenido que se imparte durante las clases y trataran de ser lo más precisas. y válidas para el nivel de los alumnos encuestados y a través de esto recabar información relativa al primer objetivo planteado (exploración de los conocimientos que poseen los estudiantes de bachillerato en relación con la luz y el agua en el proceso de fotosíntesis).

Las sugerencias y opiniones dadas por los profesores a través de estas consultas fueron:

- a) Corresponden a conceptos difíciles de asimilar (papel del agua y la luz en el proceso).
- b) Se plantean algunos conceptos generales (factores necesarios para la fotosíntesis y productos obtenidos) y otros más específicos (importancia del agua y la luz).
- c) Contempla aspectos como:
 - Definición general del proceso
 - Aspectos, factores y productos obtenidos.
 - Importancia
 - Contextualización histórica de las investigaciones con respecto a la fotosíntesis.

Además la estructura de las preguntas permite que el alumno responda de diversas maneras (ensayo, composición, reflexión, comparación, relación, reconocimiento cronológico, elección, etc).

Finalmente el test quedó formado por 10 preguntas y 3 textos históricos sobre la fotosíntesis.

A este respecto, la distinción está en el grado de libertad de respuestas y la naturaleza de cada una de ellas que se pretende obtener.

Todas las preguntas son libres en el sentido de que el alumno no está obligado a responder, pero si accede a dar una respuesta su libertad puede ser más o menos grande y a la vez

la precisión de respuesta puede ser mayor o menor.

El número de preguntas fue de 10 y 3 textos debido a que no se pretende fatigar a los alumnos. asimismo se trata de limitar las confusiones y errores que se llegaran a presentar. se incluyó preguntas de distinto tipo para facilitar el ejercicio de operaciones mentales distintas, lo cual motiva al alumno y da mayor atractivo a la prueba.

En cuanto a la presentación ésta se hizo en forma escrita a máquina con copia para cada uno de ellos: en este test se solicitó su nombre, edad, sexo, nivel académico, fecha y plantel.

Los datos fueron recabados para llevar un registro de los alumnos que contestaron el test, ya que éste fue usado como pretest y postest; y esto proporcionó una comparación de los resultados obtenidos para cada uno de los alumnos.

Las preguntas planteadas en el test son:

- De prueba escrita de base no estructurada (prueba de ensayo o composición, preguntas 1, 6, 7 y 9).
- De reconocimiento "Verdadero - Falso" (prueba de reflexión, comparación, relación, etc; preguntas 2 y 8).
- De reconocimiento "Elección múltiple" (prueba de reflexión, comparación, etc; preguntas 3, 4 y 5)
- De ordenación operativa, (prueba que requiere observación, reflexión, razonamiento y reconocimiento cronológico, pregunta 10).

Los textos históricos corresponden a una prueba escrita de base semiestructurada, que ofrece al alumno un tema acompañado de una serie de preguntas relativas a él, con la siguiente estructura:

- Texto 1: De elección.
- Texto 2: De ensayo o composición.
- Texto 3: De elección y ensayo o composición (Sampascual 1982).

Las pruebas de ensayo o composición (no estructuradas) son de tipo abiertas y cerradas, este tipo de prueba permite percibir fácilmente la actitud y opiniones del alumno, su motivo y significado; aunque, en algunas ocasiones pueden tender a lo subjetivo si no se cuida la forma de analizar su contenido.

En el caso de las pruebas de base semiestructuradas guían al alumno en su desarrollo, ofreciendo preguntas relativas a un texto, ambos tipos de preguntas (no estructuradas y estructuradas), son conocidas en general como pruebas escritas.

Las pruebas de elección múltiple son preguntas directas acompañadas de algunas soluciones o respuestas.

En las de Verdadero y Falso, se presenta la formulación de una serie de juicios, conceptos o ideas cuya tarea está en decidir si cada una de las proposiciones es falsa o verdadera.

En las de ordenación hay un conjunto de elementos

(palabras, hechos, fenómenos, ideas, etc), en desorden y la tarea del alumno esta en organizar de acuerdo al criterio que se le pida.

En esta prueba (ordenación) se realizan actividades de función mental distintas en mayor o menor medida; de comprensión de un proceso lógico, de distinción de las fases que implican la producción de un fenómeno, y de análisis de la relación causa-efecto.

Las pruebas de reconocimiento (elección múltiple, Verdadero-Falso) exigen del alumno poner en juego la memoria; es decir, memoria de reconocimiento más que de evocación y requieren el ejercicio de operaciones mentales más estimadas: reflexión, comparación, relación, etc.

En si, este tipo de pruebas permiten promover en el alumno una distinción entre hechos y situaciones para buscar y establecer relaciones y comparaciones, para evitar la improvisación e intuición hasta habituar al alumno a la reflexión (Sampascual, 1982).

Todas las preguntas y textos planteados en el test están relacionados con los conceptos de luz, agua, y el proceso de fotosíntesis en general (Anexo 1).

Antes de contestar el test se indicó a los alumnos que este cuestionario no sería utilizado para evaluar parte del semestre y se les dió una hora (60 minutos) para resolverlo.

Las respuestas obtenidas fueron evaluadas de la siguiente manera:

- La pregunta 1 se evaluó a través del Modelo de Análisis Proposicional (MAP), propuesto por M. A. Campos y S. Gaspar (1996); este modelo parte del conocimiento que se presenta en forma discursiva, y que tiene algún tipo de organización lógico-conceptual, cuyo propósito es analizarlo como texto en cuanto a su contenido científico.

El Modelo de Análisis Proposicional, se diseñó para identificar ideas principales en una organización conceptual y la organización misma. A través de este modelo se analiza el discurso más pequeño que puede tener significado y contenido lógico, dentro de una organización conceptual como lo es una proposición.

Las proposiciones son definidas en este caso como una declaración temática específica, cada proposición puede estar formada por dos o más conceptos y relaciones lógicas, que manifiesta un significado conceptual y pertenece a una parte de conocimiento o formación temática.

En el MAP, la información se obtiene a través de un examen de una o más preguntas realizadas a los estudiantes, las respuestas son de manera escrita y en ellas se pretende que el alumno responda de manera argumentativa en donde se dé un contenido conceptual basado en su conocimiento, esto trae consigo que los estudiantes expongan sus conceptos y la forma de relacionarlos, a su vez los profesores participan respondiendo al examen aplicado, esto se realiza para tener un criterio de comparación para el análisis de la estructura del alumno.

Este criterio es utilizado debido a que el profesor conoce el tema a desarrollar, presenta el conocimiento científico al estudiante y es el intermediario entre el discurso y cualquier conocimiento que obtengan los alumnos.

El MAP se divide en dos etapas que corresponden a:

- Análisis del discurso.
- Análisis de correspondencia.

Análisis del discurso.

En el análisis del discurso se localizaron las proposiciones y en ellas los conceptos, relaciones lógicas, conectores gramaticales y modificadores, a partir de esto se construye el mapa proposicional que es la representación de las proposiciones planteadas por el alumno.

El paso siguiente fue identificar los núcleos conceptuales (conceptos que se usan más de una vez en proposiciones diferentes) y se calcula el índice de coherencia que constituye el nivel de densidad del discurso (d); para esto se obtiene el número de conceptos (C) que aparecen en cada proposición, con respecto al número de relaciones lógicas (R). $d = C/R$.

Análisis de correspondencia.

Para el análisis de correspondencia, se utiliza el criterio obtenido del profesor y se realiza una comparación entre este discurso y el del alumno; lo cual nos permite

determinar que parte de la organización conceptual del profesor se encuentra en la organización conceptual del alumno.

Este análisis de correspondencia se da entre los conceptos, las relaciones lógicas y conceptos del núcleo conceptual; aquí se presentan tres niveles de precisión:

- a) Idéntica
- b) Equivalente
- c) Alusivas.

El cuarto paso de esta etapa es determinar la calidad del discurso (cualitativo y cuantitativamente); de aquí se obtienen los siguientes índices de correspondencia.

- Correspondencia conceptual (CC). En donde se presenta el grado de precisión con respecto a la asimilación de conceptos; está se obtiene dividiendo el número de conceptos que muestra el estudiante (C_{E3}) con respecto al total del profesor (C_p).

$$CC = C_{E3} / C_p.$$

- Correspondencia relacional (Cr). Es la proporción de relaciones lógicas que usa el estudiante (R_{E3}) en el conjunto de conceptos en correspondencia; respecto al total de ese conjunto del criterio (R_p).

$$Cr = R_{E3} / R_p.$$

- Correspondencia en el núcleo conceptual (C). Este

índice señala precisión con respecto a la asimilación de uno o más conceptos del núcleo conceptual del profesor por parte de los alumnos; y es igual al número de conceptos presentes en dicho núcleo y que fueron asimilados por el alumno (c), dividido entre el número total de conceptos que constituyen el núcleo del profesor (N_p).

$$C = c/N_p.$$

En los índices de calidad se determina:

- La calidad de correspondencia lógico conceptual (q) y
- La calidad general o global del discurso (Q).

La calidad de correspondencia lógico conceptual (q), se obtiene multiplicando el índice de correspondencia conceptual (CC) por el de correspondencia en relaciones lógicas (Cr). Este índice determina la intersección de dos diferentes organizaciones conceptuales, la del alumno y la del profesor.

En lo que concierne a la calidad general o global del discurso (Q), se interpretará como la presencia de correspondencia en conceptos y relaciones (precisión), correspondencia en el núcleo conceptual (lo básico) y densidad (coherencia), para obtener este índice se utiliza el de calidad de correspondencia lógico conceptual (q) más el índice C (correspondencia con el núcleo conceptual) entre la densidad (d).

$$q = (CC) \times (Cr). \quad Q = q + C / d.$$

Estos datos permiten clasificar la calidad de la organización conceptual en tres marcos: Conceptual, Referencial y Nocional.

Marco conceptual. El alumno ha asimilado un buen número de conceptos con una conexión fuerte entre ellos, que expresa de manera discursiva coherente y cuyo rango es: $Q \geq 0.543$.

Marco Referencial. En este marco una proporción razonable de conceptos, entre ellos algunos centrales han sido asimilados, junto con algunas formas apropiadas de conectarlos y su rango es: $0.156 \leq Q < 0.543$.

Marco nocional. Este tipo de organización es el más pobre, aquí se ha asimilado una porción mínima de conceptos, que forman una densidad que representa un discurso desarticulado: $0 \leq Q < 0.156$.

Para realizar la evaluación final del discurso, se utilizan criterios de homogeneidad o heterogeneidad de rangos; los cuales permiten la clasificación de la organización conceptual.

- De homogeneidad de rangos en correspondencia y densidad.

Cuando todos los valores de correspondencia (CC, Cr y C) y de densidad (d), están en un rango determinado, la organización se clasifica en ese rango.

- De heterogeneidad de rango en alguna correspondencia o densidad.

Para obtener la clasificación de la organización

conceptual en este caso se toman en cuenta los siguientes criterios.

a) Cuando CC y C se ubican en el mismo rango, la organización conceptual se clasifica directamente en este rango.

b) Cuando CC y C se encuentran en rangos diferentes pero próximos, la organización conceptual se ubica en el rango más bajo de los dos.

c) Cuando CC y C presentan rangos diferentes y no próximos (por ejemplo uno en marco conceptual y el otro en marco nocional), la organización conceptual se clasifica como marco referencial; sólo si Cr es marco conceptual o referencial. Si Cr es de marco nocional, entonces la organización se ubica en el nivel más bajo de CC o C (Anexo 2).

Finalmente se realiza el mapa proposicional conceptual y relacional (Anexo 3).

El resto de las preguntas se evaluaron a través de los datos de porcentajes y análisis de las ideas presentadas por los alumnos.

Para cada una de las preguntas se seleccionaron las respuestas criterio y se llevó a cabo una comparación con las de los alumnos, los porcentajes se obtuvieron a través del conteo de aciertos o errores que se presentaban en los cuestionarios, esto se hizo tomando en cuenta la muestra total como el 100% y cada una de las frecuencias de porcentaje a

través del número de aciertos totales o errores, se consideraron las respuestas correctas, las erróneas y las no contestaciones; esto se realizó para las preguntas 2, 3, 4, 5, 8, texto 1 y texto 3; incluso, en estas preguntas se solicitó justificación de sus respuestas, para el resto de las preguntas 6, 7, 9, 10 y texto 2; se obtuvieron las ideas centrales de cada una de las respuestas y se llevó a cabo una comparación para cada alumno, anotando las ideas que coincidían o que presentaban una similitud.

Todo esto se realizó tomando en cuenta el criterio del profesor investigador siendo básico para obtener los aciertos o los errores y las ideas centrales.

Después de responder al test (pretest), los alumnos fueron organizados en equipos de 2 a 3 personas de acuerdo a los resultados obtenidos y se les solicitó analizar las respuestas que dieron a cada una de las preguntas. Posteriormente este análisis se expuso ante todo el grupo, promoviendo así la confrontación de ideas previas.

Esto se realizó debido a que cada uno de los alumnos posee su propia estructura llena de significados desde la que interpreta los fenómenos; además, la confrontación trató de nivelar el conocimiento que obtuvieron los alumnos, ya que cada uno de ellos ha pasado por estrategias de enseñanza-aprendizaje diferentes para obtener este concepto, también el número de alumnos participantes por equipo (2 ó 3) me permitió detectar las ideas previas y tratar de "estandarizar" estas

ideas para que consecutivamente fueran construyendo a partir de ellas el concepto de fotosíntesis.

Como se mencionó antes, en la investigación-acción se da la posibilidad de realizar ajustes o modificar la estrategia de enseñanza-aprendizaje; es por esto, que al analizar los resultados de ésta primera parte se decidió dar a los alumnos una pregunta más a contestar, la cual fue:

¿Consideras que es o no importante el estudio de la fotosíntesis?.

La pregunta anterior fue planteada para que los alumnos analizaran la importancia del proceso dentro de la naturaleza y en conclusión lo trascendente que es su estudio para comprender este proceso.

Al finalizar la sesión se les entregó a los alumnos material para fotocopiar que se utilizó en la segunda fase.

Esta primera parte me permitió no sólo obtener las ideas previas de los estudiantes sino también valorar su contenido y analizar en cada una de ellas cuáles son las ideas que reciben mayor interés por ellos.

B. Fase II. DISEÑO DE EXPLORACION O BUSQUEDA. (Fumagalli, 1993).

Con los alumnos seleccionados se formó equipos de 3 a 5 integrantes (Fumagalli, 1993; Rodrigo Vega, 1992), de acuerdo a sus ideas previas, esto se hizo para tratar de homogenizar los criterios y que a la vez los ampliaran y discutieran. A los equipos se les proporcionaron materiales introductorios (lecturas) acerca del tema que sirvieron como puentes cognoscitivos (Ausubel et al., 1983).

1. LECTURAS.

Las lecturas propuestas fueron:

a) Del libro de Biología de Alexander. (1992) págs. 57-63; el tema: "El proceso de la fotosíntesis".

b) Capítulo 9 del libro Biología Moderna de Ondarza. (1991), págs. 174-188; cuyo título es "Fotosíntesis, fijación del CO₂ y del nitrógeno atmosférico" del cual sólo leyeron la parte correspondiente a la fotosíntesis.

c) Un artículo de la revista Mundo Científico (No 144). "La producción de oxígeno en las plantas". de Mathis. P.; y A. W. Rutherford págs. 240-247.

Estas lecturas se propusieron de acuerdo al nivel de complejidad del tema, la primera se dió como una introducción general y las otras dos fueron más específicas.

Con relación a la tercera lectura, está se seleccionó

debido a que en ella se definen los conceptos de luz y agua que intervienen en el proceso fotosintético.

Las lecturas fueron leídas y analizadas resaltando lo siguiente:

- Puntos principales que tratan.
- Conceptos que manejan (los cuales fueron obtenidos por los alumnos)
- Si entendieron o nó la lectura
- Opinión general del material analizado.

Los resultados fueron analizados y comentados por todo el grupo, resaltando en este análisis la presentación de situaciones problemáticas con respecto a la luz y el agua en la fotosíntesis y la importancia de estudiar este proceso.

2. ELABORACIÓN DE MAPAS CONCEPTUALES Y CONFRONTACION DE IDEAS.

Para evaluar esta actividad, los alumnos entregaron por escrito los puntos anteriores y con los conceptos que obtuvieron de las lecturas, elaboraron mapas conceptuales (Anexo 4). El resultado final fue analizado a través de las ideas presentadas por los alumnos.

Después de realizar estas actividades se formaron nuevamente equipos de 3 a 5 alumnos (el objetivo de esta rotación de equipos fue el que los alumnos confrontaran sus ideas, para tratar de provocar un cambio en la estructura conceptual de ellos).

3. PROPUESTA DE OTRAS PREGUNTAS.

A los nuevos equipos se les pidió contestar dos preguntas a partir de las lecturas y discusiones realizadas anteriormente las cuales fueron:

- ¿Es importante estudiar la fotosíntesis?. Esta pregunta ya se había planteado anteriormente, cuando se realizó la confrontación de ideas y es necesario tomar en cuenta una replanteación de la misma, en el sentido de resaltar la "comprensión" del proceso y, no de su estudio como tal y

- ¿La luz y el agua son importantes para el proceso de fotosíntesis? Sí, No ¿Por qué?. Estos dos conceptos se presentaron en el test inicial y se plantearon como:

¿Qué papel juega el agua en el proceso de fotosíntesis? y ¿Es indispensable la luz en la formación de alimento en las plantas? Sí, No ¿Por qué?.

4. ACTIVIDAD EXPERIMENTAL (DISEÑO DE EXPERIMENTOS).

A partir de lo realizado anteriormente se solicitó diseñar un experimento en el cual comprobaran cualquiera de las tres opciones siguientes:

- 1.- Diseñar un experimento en el que comprobaran si era necesaria la luz en la fotosíntesis.
- 2.- Diseñar un experimento en el que comprobaran si era necesaria el agua en la fotosíntesis y
- 3.- ¿Cómo comprobarías que las plantas desprenden oxígeno? (Anexo 5).

Sin embargo, los diseños que propusieron no fueron originales ya que ellos retomaron ideas presentadas en el pretest y de las lecturas que realizaron. Esta actividad se incluyó debido a que proporciona un espacio de pensamiento divergente. Cuando ellos elaboran sus propios diseños no trabajan con total autonomía ni son originales ya que su diseño está encuadrado en el proceso escolar de una temática, basada en conocimientos que se han ido construyendo (Fumagalli, 1993).

Algunos de los equipos iniciaron sus experimentos ese mismo día por la tarde. Los equipos restantes realizaron sus experimentos en la siguiente sesión y comenzaron a recabar sus resultados y observaciones; cada equipo mencionó cual era la meta propuesta en su diseño experimental (objetivos), al finalizar esta sesión se dieron los resultados obtenidos en ella, para llevar a cabo la evaluación de ésta, se solicitó un informe con los siguientes puntos: Título, Introducción y/o Antecedentes, Objetivos, Material y Método, Resultados, Análisis de resultados, Discusión, Conclusión y Bibliografía; además se requirió incluir lo siguiente en el informe:

- Explicación de los conceptos presentados.
- Investigar y explicar los factores que influyeron en su experimento.
- Extender la investigación a otros conceptos relacionados con el tema

- Proponer o diseñar nuevas estrategias a seguir (anexo 6).

Lo anterior permitió evaluar el trabajo experimental tanto conceptual como procedimentalmente a partir de las observaciones directas y los informes escritos (Rubio, 1992).

Para finalizar las actividades se hizo una recapitulación por parte del profesor y los alumnos sobre el tema y finalmente se expusieron los resultados obtenidos del diseño experimental realizado.

5. APLICACION DEL POSTEST.

Un mes después de terminar la fase del diseño de experimentos se aplicó un postest, que fue evaluado de la misma forma que el pretest (anexo 7).

El postest correspondía al mismo test empleado inicialmente

Esta actividad dió cierre a la fase de exploración o búsqueda propuesta en la metodología.

A lo largo de estas dos fases se llevó un "diario" de la investigación; en el cual se registraron, fechas, actividades y observaciones; así como algunas modificaciones presentadas en la investigación (anexo 8).

C. Fase III. EVALUACION DEL DISEÑO.

La evaluación realizada contempló los siguientes pasos en las distintas fases:

a) Evaluación inicial o diagnóstica (Fase I. Exploración de ideas previas); efectuada a través de un test y confrontación de ideas previas. Los resultados obtenidos fueron evaluados a través del Modelo de Análisis Proposicional y porcentajes; esto permitió la detección de las ideas que poseen los estudiantes sobre el tema, lo cual ayudó a ajustar las actividades planeadas.

b) Evaluación continua, la cual facilitó ir conociendo en cada momento la situación de la estrategia planeada (Fase II Diseño de exploración o búsqueda). Esta fase fue evaluada a través del análisis de lecturas en donde se detectaron conceptos e ideas principales, se elaboraron mapas conceptuales, se solicitó el diseño de experimentos; así como su informe correspondiente. A lo largo de toda ésta fase los alumnos trabajaron en equipo y consecutivamente realizaban confrontaciones de las ideas presentadas por ellos.

c) Evaluación final, cuyo objetivo fue indicar y cuantificar lo que los alumnos aprendieron a lo largo de este proceso; ésta se efectuó con un postest igual al de

diagnóstico y cuya evaluación se hizo de la misma forma que el test inicial, y cuyo objetivo fue conocer la evolución o sustitución de los esquemas de conocimiento presentados por los alumnos, lo cual se obtuvo al comparar los resultados de los test (pretest y postest) (Macías et al. 1997: Rubio, 1992).

VIII. RESULTADOS.

Los resultados corresponden a las actividades realizadas durante el período del 3 de diciembre de 1997 al 3 de abril de 1998, con los alumnos de nivel bachillerato de 3er semestre (2do año) y que presento a continuación.

A. COMPARACION DE LOS TESTS APLICADOS.

La primera pregunta se analizó a través del MAP obteniéndose la calidad global (Q) antes y después. Se realizó una prueba de "t" para dos muestras pareadas con un α de 0.01, con una muestra de 16 alumnos; teniendo diferencias significativas con respecto a la aplicación del test (antes y después) ($t = -4.065$ $t_{\frac{0.01}{2}} = \pm 2.94$).

Los resultados del Modelo de Análisis Proposicional (MAP) mostraron que la mayoría de los alumnos cambiaron su organización conceptual de un marco nocional a uno referencial (Tabla 1), esto significa que una proporción razonable de conceptos (algunos de ellos centrales) han sido asimilados junto con algunas relaciones apropiadas para conectarlos (Campos y Gaspar, 1996).

En la tabla 1 se presentan los resultados por índice del pretest y posttest; al analizar los índices de la tabla, se encontró que la densidad de los discursos indican que en promedio, los alumnos se ubican en un marco conceptual tanto

Tabla 1: Valor promedio y desviación estándar de los índices obtenidos del pretest y postest.

Indice	Pretest	Postest
Correspondencia conceptual (CC)	$\bar{X} = 0.174$ S = 0.056	$\bar{X} = 0.320$ S = 0.091
Correspondencia relacional (Cr)	$\bar{X} = 0.552$ S = 0.198	$\bar{X} = 0.698$ S = 0.178
Correspondencia en el núcleo (C)	$\bar{X} = 0.394$ S = 0.154	$\bar{X} = 0.646$ S = 0.110
Densidad (d)	$\bar{X} = 1.213$ S = 0.348	$\bar{X} = 1.155$ S = 0.269
Indice de calidad (q)	$\bar{X} = 0.097$ S = 0.047	$\bar{X} = 0.231$ S = 0.108
Indice de calidad global (Q)	$\bar{X} = 0.454$ S = 0.231	$\bar{X} = 0.797$ S = 0.242
Marco grupal	Marco Ncional	Marco referencial

en el pretest como en el postest, esto hace pensar que su discurso expuesto es claro y lógico; sin embargo, al analizar cada uno de los valores de la densidad por separado se encontraron casos de 1.85 (pretest) y 1.5 (postest) esto indica un gran número de conceptos sin relación lógica presente, manifestando discursos relativamente densos ($d < 2$), en comparación con valores de 0.66 (pretest) y 0.76 (postest); los cuales demuestran un discurso denso ($d < 1.38$) en donde se observan conceptos implícitos, así como un número mayor de relaciones, que en algunos casos son innecesarias para unir estos conceptos.

Con relación al índice de calidad en conceptos y relaciones lógicas (q), en el cual se da una zona de intersección de la organización conceptual del alumno y la del profesor; ubica los resultados en un marco referencial; esto significa que la conexión lógico-conceptual que se produce en esta zona se ha asimilado razonablemente, encontrando en esta asimilación, conceptos; de los cuales algunos son centrales, así como la forma adecuada de conectar cada uno de ellos.

En el caso de la calidad general del discurso (Q); en donde se involucran los valores del índice de calidad (q), así como el núcleo conceptual (C) y la densidad (d); por los valores obtenidos del pretest así como del postest indican que los alumnos al final de la metodología utilizada, han asimilado en una proporción lo básico del tema, así como una precisión de conceptos que permiten una buena estructuración

de su discurso: con relación a los resultados de correspondencia conceptual (CC), como de correspondencia en núcleo (C), se obtuvo una calidad global por grupo de marco referencial; lo cual hace ser a esta estructura aceptable y lógica en cuanto a conceptos y relaciones; permitiendo que se presente un discurso coherente y razonablemente preciso.

Asimismo los valores de Q permitieron clasificar a los alumnos en tres bloques:

- Los alumnos menos avanzados con un rango de Q de 0 - 0.555.
- Los alumnos promedio con un rango de Q de 0.560 - 1.04 y
- Los alumnos sobresalientes con un rango mayor a 1.05 (Tabla 2).

En relación con esto al comparar pretest y postest se puede observar que la mayoría de los alumnos en el pretest se encuentran en el bloque de los menos avanzados con un promedio de 0.285 ubicado dentro del marco referencial; mientras que en el postest hay un aumento del número de alumnos en el bloque de los alumnos promedio con una media de 0.754 que se encuentran dentro del marco conceptual y además se da la presencia de alumnos sobresalientes (3 alumnos), con una media de 1.16 (marco conceptual), pero sólo uno de los alumnos (C M J Fco) presentó una homogeneidad de rangos en correspondencia y densidad ubicados dentro del marco conceptual.

Alumno C M J Fco.

- Densidad $d = 1.13 < 1.38$ M.C
- Correspondencia conceptual $CC = 0.514 < 1$ M. C
- Correspondencia relacional $Cr = 1 = 1$ M. C
- Correspondencia en el núcleo $C = 0.818 < 1$ M. C
- Índice de calidad $q = 0.514 < 1$ M. C
- Índice de calidad global $Q = 1.17 > 0.543$.

Tabla 2: Clasificación de alumnos por bloque.*

Bloque	Pretest	Posttest
Menos avanzados (0 - 0.555)	$\bar{X} = 0.285$ $S = 0.143$ $N = 9$	$\bar{X} = 0.486$ $S = 0.048$ $N = 2$
Promedio (0.560 - 1.04)	$\bar{X} = 0.670$ $S = 0.096$ $N = 7$	$\bar{X} = 0.754$ $S = 0.161$ $N = 11$
Sobresalientes (1.05 -)		$\bar{X} = 1.16$ $S = 0.055$ $N = 3$

* La tabla indica valor promedio y desviación estándar obtenidos con los valores de Q.

Al analizar independientemente los resultados obtenidos y compararlos con la calificación global del pretest y postest, los alumnos en el primer caso (pretest) se ubican en el marco nacional; mientras que en el segundo caso (postest) la mayoría está en el marco referencial.

Esto concuerda con lo expuesto en la tabla 1: en relación con el marco general obtenido, y además a la heterogeneidad de valores presentados, que definen finalmente a los alumnos en un marco referencial.

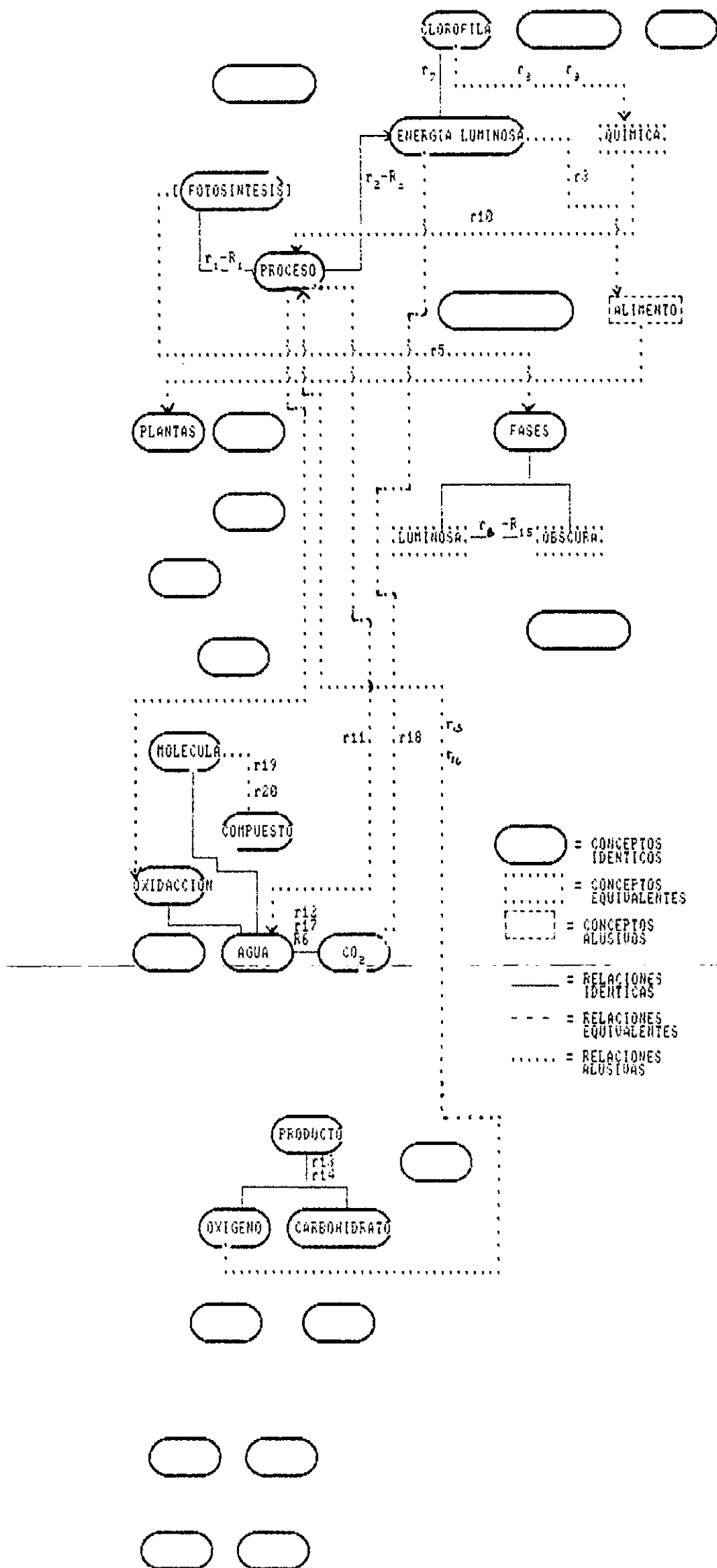
Con lo que respecta al análisis de los mapas de correspondencia conceptual, se puede observar que la mayoría de los alumnos muestra en este mapa la relación de fotosíntesis como un proceso de transformación de energía luminosa llevada a cabo por las plantas, para que éstas transformen esa energía (energía luminosa) a energía química y, también consideran que el proceso se lleva a cabo en dos fases luminosa y oscura, donde se requieren compuestos como el agua y CO_2 ; dando como productos oxígeno y carbohidratos. Sin embargo, el proceso de fotosíntesis llevado a cabo por otros organismos autótrofos como las algas y bacterias no se establece en los mapas e inclusive lo que ocurre en ambas fases (luminosa y oscura). Los alumnos ni siquiera plantean alusivamente conceptos como Fotólisis, Fotosistema I y II, ATP, NADPH, Ion hidrógeno o Célula vegetal.

Esto hace pensar que dichos conceptos presentan dificultades para ser asimilados ya que en ninguno de los

mapas se encuentran presentes (figura 1).

No obstante, se debe tomar con prudencia éstos datos dado el tamaño de la muestra y los posibles sesgos asociados al tipo de instrumento empleado.

FIGURA 1: Ejemplo de mapa de correspondencia conceptual del alumno C. M. J. Eco.



Las restantes preguntas (2 a 10 y textos), se examinaron por porcentajes y análisis de las ideas expuestas y justificaciones (ver cuestionario para las preguntas anexo 1).

Al compararse ambos test se obtuvo los siguientes resultados:

Pregunta 2: De las siguientes proposiciones, unas son "Verdaderas" y otras "Falsas". Léelas con atención y escribe a la derecha, en la línea, una "V" (si es verdadera) o "F" (si es falsa).

- a) El 100% de los alumnos considera que la fotosíntesis es un proceso que se lleva a cabo durante el día y la noche.
- b) El 93.75% de los alumnos estima que en la fotosíntesis se da la absorción de energía luminosa para ser convertida a energía química.
- c) En la fotosíntesis hay evidencia de otro tipo de pigmentos (carotenoides y ficobilinas) aparte de las clorofilas.
- d) La fotosíntesis consta de dos fases (luminosa y oscura); aunque el 25% de los alumnos reconoce que las fases están relacionadas con el día y la noche.

Al analizar la confrontación de ideas presentadas por los alumnos se obtuvo que:

- Distinguen a la fotosíntesis como un proceso de absorción de energía luminosa, la cual es convertida en

energía química, éste proceso se lleva a cabo durante el día y la noche, produciéndose carbohidratos; sin embargo, algunos continúan con la idea de que las plantas respiran en la noche y realizan fotosíntesis durante el día liberándose CO_2 ; al comparar éstas ideas con las de los tests presentados se aprecia un cambio en su concepción inicial: ya que al principio sólo consideraban que la fotosíntesis se efectuaba durante el día y que las clorofilas eran los únicos pigmentos fotosintéticos.

Finalmente de esta comparación (test y confrontación), se obtienen las siguientes ideas, las cuales reflejan un cambio en el pensamiento de los alumnos con relación al tema:

"La fotosíntesis es un proceso de absorción de energía luminosa, la cual es convertida a energía química; éste proceso se realiza durante el día y la noche, produciendo carbohidratos. En la fotosíntesis hay dos fases luminosa y oscura, las clorofilas no son los únicos pigmentos fotosintéticos hay otros como los carotenoides y ficobilinas, además las plantas llevan a cabo el proceso de respiración".

Pregunta 3: Rodea con un círculo la letra (o letras) que contesten a la siguiente pregunta...

Un 75% de los alumnos consideran que se da la captura de CO_2 y un 87.5% relaciona a la fotosíntesis con el desprendimiento de O_2 , además de otros aspectos como el requerimiento de energía luminosa, agua y la producción de

carbohidratos.

En su justificación la mayoría de los alumnos ya no mencionan la obtención de oxígeno a partir del CO_2 y con respecto al desprendimiento del agua, el 81.25% no lo reconoce como un aspecto del proceso fotosintético. Esto da como conclusión que los dos aspectos significativos para el proceso de fotosíntesis para los alumnos es la captura del CO_2 y la liberación de O_2 .

Pregunta 4: Marca con una X la letra (o letras) que conteste a la siguiente pregunta.

Los alumnos señalaron como factores necesarios para realizar la fotosíntesis a:

Agua (93.75%), luz (93.75%), CO_2 (75%) y por último la clorofila (50%); al analizar el pretest y el postest, así como sus justificaciones, se ve que hay una preferencia en considerar al agua y la luz como indispensables y en menor porcentaje al CO_2 , con relación a la clorofila en el postest valoran en un 50% su requerimiento, mientras que en el pretest lo consideraron en un 62.5%.

Con relación a los estomas 87.5% no los toma en cuenta para el proceso fotosintético; sin embargo, el 12.5% de los alumnos los consideran importantes ya que a través de ellos entra el CO_2 que interviene en la fotosíntesis.

Es decir para los alumnos los factores primordiales en el proceso de fotosíntesis es el agua, luz, CO_2 y clorofila y

dejan a un lado la importancia de los estomas, quizás esto se debe a que no hay una asociación del proceso de fotosíntesis con la función que llevan a cabo los estomas en éste proceso.

Pregunta 5: Marca con una X los productos resultantes del proceso fotosintético

Al analizar los tests los alumnos nombran como productos al:

Oxígeno (87.5%) y los carbohidratos (100%), con relación al agua es considerada en un 18.75%, esto tal vez se debe a que en la mayoría de los libros de texto en la fórmula de la fotosíntesis, sólo citan como productos al O_2 y carbohidratos y el agua es mencionada como un factor necesario e inclusive algunos artículos plantean este caso (considerar al agua como producto), un error conceptual (Astudillo y Gene, 1984); con relación al CO_2 un 18.75% lo reconoce como un producto.

Pregunta 6: ¿Qué papel juega el agua en el proceso de fotosíntesis?.

Las respuestas obtenidas fueron:

- a) El agua es necesaria para el proceso de fotosíntesis.
- b) El agua es necesaria para la nutrición y resistencia a las altas temperaturas, en el pretest los alumnos no consideraron al agua con relación a la liberación de O_2 y el transporte del ion hidrógeno y en el postest, ampliaron su importancia mencionando que el agua se descompone, rompe o se

divide para liberar el O_2 , sólo el 12.5% hace mención del proceso de oxidación y del término de fotólisis; esto me hace pensar que poseen una noción del proceso de oxidación y lo que ocurre con el ion hidrógeno, en general se dió un cambio en este aspecto al ser detectada su importancia, pero aún no queda claro en su totalidad.

Pregunta 7: Es importante el proceso de fotosíntesis en la naturaleza? () Si, () No ¿Por qué?.

En el análisis de los dos tests y las justificaciones se observaron ideas similares, no hubo un cambio significativo en las respuestas obtenidas del postest en comparación al pretest ya que en ambos casos considerán que es importante debido a que:

Es el proceso por el cual se obtiene O_2 para la respiración (la mayoría lo relaciona así) y muy pocos distinguen el aspecto de producción de carbohidratos e incluso mencionan que la fotosíntesis es la base de los ecosistemas y el consumo de las plantas como fuente de energía para los animales (Guerra et al., manuscrito).

Pregunta 8: A continuación se expresan una serie de enunciados. Lo que en ellos se dice puede ser "verdadero" o "falso".....

Al realizar el análisis se observó que:

a) El 87.5% considerá a la fotosíntesis y a la

respiración como procesos equivalentes.

- b) El 50% consideró falso que la fotosíntesis ocurra en luz artificial como con luz solar.
- c) 87.5% menciona que la fotosíntesis es un proceso de transformación de energía.
- d) Con relación a la liberación del O_2 el 100% atribuye su procedencia a la molécula de agua.
- e) Un 100% considerará que la fotosíntesis se divide en dos fases (luminosa y oscura).
- f) El 75% propone que la fotosíntesis se lleva a cabo en los cloroplastos y no en las mitocondrias.

En conclusión se obtuvo de esta pregunta las siguientes ideas "La fotosíntesis es un proceso que se realiza tanto en la luz natural como artificial, es considerado un proceso de transformación de energía, en donde se rompe la molécula de agua dándose la liberación de O_2 ; éste proceso se lleva a cabo en el cloroplasto. Si comparamos ésta pregunta con la número 2 se encuentra una complementación de las respuestas de ambas preguntas.

Pregunta 9: ¿Es indispensable la luz en la formación de alimento en las plantas? () Sí. () No. ¿Por qué?

Al comparar los tests se observa que no hay gran diferencia con respecto a las ideas presentadas, proponen que la luz es importante y necesaria ya que ayuda a la formación y producción del alimento, así como la transformación de

energía; sin embargo, no tienen clara su función en el proceso, mencionan que es importante pero no lo justifican. Además algunos alumnos consideran que no es esencial ya que la fotosíntesis puede ocurrir en la oscuridad y continúan con la idea de que es utilizada para la alimentación de la planta, así como para su crecimiento.

Pregunta 10: Con los siguientes elementos escribe la fórmula que represente al proceso fotosintético...

La mayoría de los alumnos en el pretest no estructuraron la fórmula y en su argumentación aluden que no la saben; en el postest la mayoría la estructuró, pero sólo el 37.5% tuvo una estructuración correcta, el restante 62.5% lo hizo en desorden o incompleto.

Texto 1: Experimento de Van-Helmont.

Al analizar los tests no se encontró grandes diferencias entre el primer test (pretest) y el test aplicado al final de la estrategia (postest); ya que en su mayoría las respuestas se dan con relación a que las plantas absorbieron los nutrientes del suelo y a través de esto se desarrollan (81.25%); sin embargo, contradice lo que algunos autores proponen como Wandersee (1985), él cual menciona que los alumnos responden a este tipo de preguntas como lo hicieron los investigadores que llevaron a cabo el experimento; en el caso de Van-Helmont consideraba el fenómeno de transformación

(transmutación del agua en madera), que no es considerado por los alumnos (0%); y por otro lado un 12.5% propone que el material vegetal presentado por la ganancia en peso es obtenido de pequeñas cantidades de tierra (12.5%).

Texto 2: Experimento de Priestley.

En éste caso se indica que el ratón sin la planta morirá por la falta de O_2 y alimento, mientras que en el segundo caso sobrevive por la presencia de O_2 que libera la planta e inclusive relacionan el O_2 con la fotosíntesis y la respiración; pero no considerarán la producción de CO_2 por parte del ratón.

Texto 3: Experimento de Ingenhousz.

Aquí se considera que las partes verdes de las plantas son las encargadas del proceso de fotosíntesis principalmente las hojas verdes (87.5%) y en segundo término los tallos verdes (43.75%), en el caso de los tallos no verdes que llevan a cabo la fotosíntesis en una pequeña proporción, no son tomados en cuenta en ambos tests; y proponen que las flores, frutos y raíces no intervienen en el proceso.

En general se proponen a las hojas como el lugar principal en donde se efectúa la fotosíntesis y que en éstas se encuentran los cloroplastos y la clorofila que intervienen en el proceso fotosintético y la captura de energía.

B. RESPUESTA A LA PREGUNTA PLANTEADA.

¿CONSIDERAS QUE ES O NO IMPORTANTE EL ESTUDIO DE LA FOTOSINTESIS?.

La mayoría de los alumnos responden de la siguiente manera:

- Si es importante ya que a través del estudio de la fotosíntesis. Se conoce el proceso por el cual las plantas proporcionan oxígeno. éste desarrollo es vital tanto para las plantas (para su respiración), como para nosotros ya que nos proporcionan el oxígeno que respiramos: además para saber los componentes del aire.

- Mientras que otros mencionan que su importancia ésta en conocer el proceso por el cual se alimentan las plantas y saber a que se debe el color verde de éstas. cuales sustancias son capturadas y desprendidas, además consideran que la planta proporciona O_2 para su propia respiración.

Al analizar las respuestas obtenidas de esta pregunta se observó que debe de ser modificada con relación a "comprender" el proceso y no así al de estudiarlo ya que la comprensión de este tema por parte de los alumnos de bachillerato, radica en entender que ellos mismos son parte de un conjunto de procesos metabólicos que de alguna manera estan relacionados unos con otros; permitiendo un balance en la naturaleza.

C. ANALISIS, COMENTARIO Y ELABORACION DE LOS MAPAS A PARTIR DE LAS LECTURAS PROPUESTAS.

Durante esta etapa se formaron cinco equipos los cuales analizaron las siguientes lecturas:

Capítulo de fotosíntesis del libro de Alexander (Biología).

Capítulo de fotosíntesis del libro de Ondarza (Biología)

y

La producción de oxígeno en las plantas (revista Mundo Científico).

En el análisis de las lecturas se encontró que los alumnos considerán:

- La importancia de la luz con relación al rompimiento de la molécula de agua y confunden el término de fosforilación por el de fotólisis, hacen énfasis en la fórmula de la fotosíntesis, que en el caso de algunos alumnos no la estructuraron en sus cuestionarios (pretest y postest).

- Considerán a la luz y el agua como los principales elementos que intervienen en la fotosíntesis. uno de los equipos propuso que el agua sufre un proceso de oxidación y con respecto al CO_2 hay una reducción y que la fotosíntesis y la respiración son procesos similares.

1. PUNTOS PRINCIPALES OBTENIDOS DE LAS LECTURAS.

Los alumnos al leer y analizar por equipo las lecturas

comentan que las ideas o puntos principales de éstas son:

- Los organismos autótrofos fabrican su alimento utilizando energía luminosa (esto a través de la fotosíntesis).

- La luz solar es la fuente de energía que atrapa la clorofila.

- De la energía radiante, las plantas absorben los colores azul y violeta mientras que el verde lo descartan por ser el color de la clorofila.

- La fotosíntesis se llevó a cabo en dos fases: oscura y luminosa, para la oscura no es necesaria la oscuridad, puede realizarse de día.

- En la fase luminosa hay dos reacciones que son los fotosistemas I y II, el uno absorbe más energía luminosa que el otro, en ésta fase hay desprendimiento de los gases como el CO_2 y el oxígeno.

- La fotosíntesis tiene lugar a partir del agua y del gas carbónico de la atmósfera con ayuda de la clorofila y la luz solar. En la fotosíntesis intervienen cinco partes: la parte verde de las plantas, la luz, gas carbónico, agua y oxígeno.

- El proceso fotosintético consistió en una reacción inversa a la que se efectúa durante la oxidación de los azúcares.

- El agua se rompe en iones de hidrógeno, y oxígeno y se liberó el oxígeno.

- Durante la respiración tomamos oxígeno del aire, la

respiración liberará la energía de los alimentos para que las células vegetales y animales lleven a cabo sus actividades vitales.

- La vida de nuestro planeta depende del fenómeno de la fotosíntesis. Estas ideas presentan la forma de estructuración que los alumnos realizan a partir de las lecturas, al ir analizando los textos en equipo obtienen más conceptos que van ligando o uniendo a los que ya poseen y esto propicia una modificación en su estructura conceptual.

2. CONCEPTOS QUE MARCAN LOS ALUMNOS

Estos conceptos fueron obtenidos a través de la lectura de los textos y fueron utilizados para la elaboración de los mapas conceptuales, en general los conceptos coinciden en cada uno de los equipos.

Conceptos obtenidos del análisis de los textos: Pigmentos fotosintéticos, Luz solar, Clorofilas, Agua, Carotenoides, Enzimas, Ficobilinas, Coenzimas, Espectro de absorción, Energía radiante, Fotosistema I, Fotosistema II, Reacciones dependientes de la luz, Reacciones de obscuridad, CO_2 , Bióxido de carbono, Granas de cloroplasto, Fotones, Estoma, Autótrofos, Heterótrofos, NADPH, RDP, etc.

3. ¿QUE FUE LO QUE ENTENDIERON O NO DE LAS LECTURAS?.

Cada uno de los equipos propuso por escrito lo que entendieron o no de los textos, la gran mayoría menciona la

dificultad que hay para entender la fotólisis y el ciclo de Calvin; además los esquemas que se presentan son confusos; no se encuentra la secuencia ni la relación con el texto presentado, esto ocurre principalmente en el libro de Ondarza y el artículo de la revista.

Con relación al artículo se propone que como sus lectores son de varias edades debería de presentar un lenguaje sencillo, ya que algunos conceptos (términos) son difíciles de comprender, mientras que en los libros el lenguaje que se presenta es más sencillo, además mencionan que lo que les queda más claro es que la fotosíntesis es un proceso en donde se da la liberación de O_2 que es utilizado por los seres vivos en la respiración; y relacionan el experimento de Priestley con ésta liberación.

4. OPINION GENERAL.

Los textos presentados en los libros son para la mayoría, lecturas interesantes donde se desglosa el proceso de fotosíntesis con sus características, así como la importancia que tiene para los seres vivos; en forma general exponen todo el proceso y dependiendo del autor o especialidad de éste se desarrolla el texto, con relación al artículo de la revista proponen que se maneje en un lenguaje más sencillo y claro y se expliqué con más detalle los diagramas que se muestran.

Considerán que al leer el artículo y los capítulos de los libros entendieron mejor el proceso, pero aún les quedan dudas

con relación a la fotólisis y el ciclo de Calvin.

D. RESPUESTA A LA PREGUNTA ¿ES IMPORTANTE ESTUDIAR LA FOTOSINTESIS? SI, NO ¿POR QUE?.

Al analizar las respuestas se observó que los alumnos continúan con las ideas de que:

Es importante porque a través de la fotosíntesis se proporciona el O_2 . Esta respuesta también la dieron en la pregunta 7 de los test; además, proponen que a través de éste proceso se alimentan las plantas y se conocen los componentes del aire que respiramos.

En general consideran que la importancia está en relación con proporcionar O_2 para la respiración, pero algunos (muy pocos), tienen la idea de que la fotosíntesis es el proceso de respiración que ocurre en las plantas, realmente éstos alumnos no tienen claro lo que es la fotosíntesis y cual es su importancia como un proceso no sólo de liberación de O_2 , sino de transformación de energía.

E. RESPUESTA A LA PREGUNTA: LA LUZ Y EL AGUA SON IMPORTANTES PARA EL PROCESO DE FOTOSINTESIS SI NO ¿POR QUE?

De acuerdo a las respuestas obtenidas saben que el agua y la luz son importantes para el proceso fotosintético, en el caso del agua por que a través de su rompimiento liberá el O_2 y

el hidrógeno resultante pasa a formar parte del NADPH; también mencionan que a través de ella se obtienen ciertos nutrientes esenciales requeridos por las plantas y la capacidad de absorción calorífica del agua le ayuda a soportar altas temperaturas al ser almacenada y cuando es necesario la utiliza para evitar que se muera o se marchite. e interviene en la formación de carbohidratos. Respecto a la luz su importancia en el proceso se da en la transformación de energía luminosa a energía química que es requerida. algunos la consideran para dar la coloración a la planta.

Como se puede observar los alumnos consideran a la fotosíntesis como un proceso en donde el agua y la luz son importantes; sin embargo, al ir realizando los mapas proposicionales de correspondencia, se encontró que muy pocos alumnos exponen la relación de éstos conceptos y si los aplican es en forma aislada, sin ninguna relación lógica y otros inclusive, no se encuentran en el mapa (ver figura 1). esto tal vez se debe a que algunos conceptos son aprendidos de memoria.

F. ACTIVIDAD EXPERIMENTAL (DISEÑO DE EXPERIMENTOS).

Los resultados obtenidos de ésta actividad mostraron que sólo uno de los equipos estructuró su diseño con los siguientes elementos:

Título: ¿Cómo comprobarías que las plantas desprenden

oxígeno?

Objetivo: Comprobar por medio del experimento que la planta produce oxígeno.

Material: Una vela, planta verde (pequeña), recipiente transparente, cerillos.

Procedimiento: Colocar la vela encendida y poner el recipiente encima, observar lo que sucede. Colocar la planta junto con la vela encendida y poner el recipiente encima, observar lo que sucede.

Incluyeron un cuestionario con las siguientes preguntas:

¿Qué sucede cuando se tapa la vela encendida?

¿Qué sucede cuando se coloca la vela y la planta juntas?

Con respecto a los otros equipos, ellos sólo mencionan parte de lo que realizaron; junto con el material.

Por las observaciones efectuadas se puede ver que los alumnos no están acostumbrados a hacer proyectos de investigación por sí solos, cada uno de ellos sólo dió algunas ideas pero no estructuraban la investigación además preguntaban cómo lo realizarían y que material debían utilizar.

Los proyectos que proponían estaban relacionados con:

- Desprendimiento de oxígeno de las plantas con una vela y una planta.
- Observación al microscopio de carbohidratos producidos por las plantas colocadas en la luz y en la obscuridad.

- Plantas con luz y agua, plantas sin luz y agua, plantas con luz y sin agua.

Para evaluar esta actividad los alumnos entregaron un informe del diseño experimental cuyos títulos fueron:

Equipo 1: Relación entre respiración y fotosíntesis.

En esta práctica trataron de ver el proceso de liberación de O_2 , a través de un experimento similar al de Priestley (gases) y los resultados que obtuvieron los relacionaron con la fotorrespiración; aunque, no poseen un conocimiento detallado de este proceso; en sus conclusiones resaltan ideas como:.

- Hay ciertos factores que afectan a la fotosíntesis: factores como: el calor y la luz.
- Las plantas llevan a cabo el proceso llamado fotorrespiración.
- Las plantas toman el CO_2 que se produce por la combustión de la vela y a través de este procedimiento realiza la fotosíntesis.
- La planta realizó la fotosíntesis muy lentamente a causa del calor que produce la vela y no tuvo tiempo de darle oxígeno a la vela para que permaneciera prendida.

Equipo 2: Presencia de oxígeno en las plantas

La práctica esta relacionada con la liberación de O_2 , similar al experimento de Priestley, sin embargo su discusión

y conclusión es deficiente, en éstas proponen que:

- Los seres vivos necesitan del proceso fotosintético, ya que éste expulsa O_2 para que nosotros respiremos y vivamos.

Equipo 3: Observación de carbohidratos en plantas de malvón.

En ésta práctica el equipo realizó observaciones en el microscopio con relación a la producción de carbohidratos (almidón), en presencia y ausencia de luz. El equipo concluyó que las plantas expuestas a luz producen carbohidratos (almidón) y en ausencia de ella se da en una proporción menor, esto les hace pensar que se requiere de más tiempo para que no se lleve a cabo la producción de almidón, además, dan las características de las plantas: hojas, retoños, flores, etc.

Equipo 4: No tiene título concreto, sólo la reportan como: "Reporte de la práctica. La fotosíntesis".

Este equipo colocó sus plantas en la obscuridad y con agua, otra con luz y agua, otra sin luz y sin agua, observaron después de dos días las condiciones de las plantas y también trataron de ver carbohidratos, esto lo realizaron a través de la detección de granos de almidón por tinción con lugol. Con esto el equipo concluyó que no había presencia de carbohidratos, que la obscuridad interrumpe el proceso de fotosíntesis y esto trae como consecuencia que no se dé la

producción de glucosa y oxígeno; además, anexan al final una explicación de los factores que influyeron en su diseño experimental, los conceptos que se manejan en ésta y, sugieren una modificación a la investigación en cuanto a: utilizar otro tipo de plantas y dejarlas en las mismas condiciones por un período de tiempo más largo, además plantean un nuevo objetivo: demostrar que la presencia del sol es indispensable para que se lleve a cabo el proceso de fotosíntesis.

Equipo 5: Comprobación de la presencia de oxígeno en la fotosíntesis.

Realizaron experimentos similares a los de los equipos 1 y 2, obteniendo las siguientes conclusiones:

- En el frasco en el que se encuentran la planta y la vela, la vela permanece encendida más tiempo porque la planta absorbe el CO_2 y produce O_2 que es utilizado por la vela para mantener encendida la flama, mientras que en el frasco en donde se halla sólo la vela, ésta se apaga más rápido por no tener oxígeno. La fotosíntesis se puede llevar a cabo, gracias a que en el aire hay una mezcla, a la cual se le puede "desapartar" un elemento.

Equipo 6: La energía luminosa en las plantas.

El reporte de la práctica fue deficiente no todos los integrantes del equipo trabajaron juntos, sólo uno de ellos

entregó el informe; este equipo trató de demostrar la necesidad de agua y energía luminosa para el proceso de fotosíntesis, para esto colocaron una planta a la luz y con agua (planta A) y otra en la obscuridad y sin agua (planta B); la conclusión a la que llegaron fue:

- La planta B se secó por falta de agua y luz y la A realizó el proceso de fotosíntesis y por lo tanto produjo oxígeno (elemento vital para los seres vivos), y la luz y el agua son necesarios para el proceso.

Con respecto a ésta fase, el trabajo en equipo les ayuda a estructurar ciertos conceptos; sin embargo, la aplicación de una técnica por parte de ellos para comprobarlos es deficiente, requieren de una guía para la realización, aunque todos incluyeron en su informe las partes que se les solicitó (introducción, objetivos, material, procedimiento, etc); la forma en que presentan esta información en algunos casos es parcial.

Hay que hacer notar que esta parte fue la que más les interesó, ya que según ellos ponen en práctica los conocimientos que están adquiriendo.

Para finalizar esta actividad se realizó una recapitulación del tema y posteriormente los alumnos expusieron los resultados obtenidos de su diseño experimental.

IX. DISCUSION.

Los datos obtenidos a través de la metodología utilizada muestran que los alumnos cambiaron su organización conceptual de nocional a referencial de acuerdo con el modelo de análisis proposicional; dando como conclusión que los alumnos han asimilando una proporción razonable de conceptos centrales que son manejados en el criterio del profesor investigador, así como las relaciones apropiadas para unirlos (Campos y Gaspar, 1996); mostrando de esta forma una secuencia de esquemas alternativos utilizados por ellos con relación al tema, los cuales tratan de explicar el conocimiento que poseen de la fotosíntesis en la naturaleza así como los factores y productos que intervienen en el proceso.

Pero no hay que olvidar que en cierta forma los alumnos presentan un almacenaje de información en la memoria que no es una copia fiel de la realidad, sino que resulta de la interacción de dos procesos: uno relacionado con la información externa y otro por la información que ya posee, éstos dos procesos pueden ser representados a través de un esquema que contiene una red de interacciones que se cree que existen entre los constituyentes del concepto en cuestión (Rumelhart, 1980; véase Otero, 1985).

La comparación de los test mostró cambios en relación con las ideas expuestas por los alumnos, un ejemplo de esto es el del alumno No. 2 (C M J Fco) que a continuación se establece:

PRETEST:

"La fotosíntesis es el proceso mediante el cual las plantas respiran y al mismo tiempo producen oxígeno para la vida y el bióxido de carbono en el ambiente. La fotosíntesis se llevó a cabo en dos fases: a) luminosa, b) oscura, se necesita luz y agua para poder realizar este proceso".

POSTEST:

"Es un proceso de transformación de energía y alimento llevada a cabo sólo por seres autótrofos como las plantas, se lleva a cabo en dos fases luminosa y oscura. La luz es recibida por la clorofila y transformada en química utilizada en el proceso junto con el agua y el CO_2 del aire.

Los productos obtenidos son principalmente los carbohidratos, oxígeno el cual es liberado después de llevar a cabo un proceso de oxidación del agua y CO_2 con ayuda de la luz. Otro compuesto liberado son algunas moléculas de agua. Este proceso se resume con la fórmula $6\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$ entra la energía luminosa/ clorofila = Carbohidratos + O_2 ".

En este ejemplo podemos notar que el alumno amplió su definición de fotosíntesis, en consecuencia incluye nuevos conceptos que le permiten ir construyendo mejor el concepto de fotosíntesis; además, éste fue el único alumno que obtuvo una evaluación global de Marco conceptual, y al observar su mapa de correspondencia conceptual y relacional; se encontró que la mayoría de los conceptos mencionados anteriormente se presentan e inclusive algunos de ellos corresponden a los del

núcleo conceptual del profesor, pero aún hay omisiones de otros conceptos.

Al analizar las preguntas del cuestionario por separado se detectó una modificación respecto a las ideas expuestas al inicio, manejando conceptos que son similares a los académicamente aceptados.

Este análisis permitió detectar las siguientes ideas:

- a) La fotosíntesis es un proceso de transformación de energía luminosa a energía química.
- b) En la fotosíntesis se captura CO_2 y se desprende O_2 .
- c) Se requiere de energía luminosa, agua, CO_2 y clorofila para que se lleve a cabo el proceso.
- d) La fotosíntesis posee dos fases: Luminosa y Oscura.
- e) Las clorofilas no son los únicos pigmentos fotosintéticos hay otros como los carotenoides y ficobilinas.
- f) Los cloroplastos son los organelos encargados de la fotosíntesis.

Estas ideas hacen pensar en un cambio ocurrido en la estructura conceptual de los alumnos realizada a través de la metodología utilizada; así como la incorporación de nuevos conceptos.

Con relación al papel que juega el agua y la luz en el proceso consideran que:

El agua es necesaria para la fotosíntesis, en cuanto a nutrición y resistencia a altas temperaturas, de ella se

liberará el oxígeno a través de su rompimiento. el 12.5% hacen mención del concepto de fotólisis; en general poseen un conocimiento muy pobre de la importancia del agua; lo cual se ve reflejado en sus mapas de correspondencia.

En cuanto a la luz, es necesaria para la producción de alimento y transformación de energía; éstas ideas concuerdan con lo propuesto por Barker y Malcolm, (1989); Lumpe y Staver, (1995) y Smith y Anderson, (1984); quienes mencionan que los alumnos no tienen un claro entendimiento de la función de la luz.

Además algunos consideran que ayuda a la alimentación de la planta así como al crecimiento de ésta y su color y muy pocos, no la creen necesaria y justifican su respuesta proponiendo que la fotosíntesis se puede llevar a cabo en la obscuridad, ya que la producción de alimento se da en la fase oscura la cual no requiere de la luz; esto tal vez se debe a que no poseen conocimientos de que la luz actúa sobre el agua para producir radicales H y OH y a partir de los radicales (H) suministran el hidrógeno para convertir el anhídrido carbónico en carbohidratos, mientras que los radicales (OH) reaccionan para formar oxígeno. Asimismo, la luz "golpea" la molécula de clorofila, excitando uno de los electrones a un nivel energético suficiente como para desligarse de la molécula.

Es decir, el papel de la luz en la primera reacción fotoquímica es simplemente elevar la energía de los electrones en la clorofila; después de esto se inicia la fase química

celular, llevando los electrones excitados a través de diferentes rutas, en los que su energía es transformada en energía química y almacenada para ser utilizada en distintas reacciones (Arnon, 1960), en donde actúa en la regulación de la actividad enzimática para el ciclo reductivo del carbono fotosintético (Storey, 1989).

Con respecto a si el proceso de fotosíntesis es importante en la naturaleza; centran su atención en la obtención de O_2 y lo ligan con el proceso de respiración, lo que concuerda con Rodrigo-Vega, (1992); quien menciona que hay una creencia mayoritaria que lo más importante del proceso es "desprender oxígeno", y muy pocos distinguen el aspecto de la producción de carbohidratos, y de que es la base de los ecosistemas; es decir, realizan una interrelación del proceso de fotosíntesis con los aspectos ecológicos (Waheed and Lucas, 1992); sin embargo, no consideran que la fotosíntesis es un concepto clave que ayuda a conocer globalmente problemas como flujo de energía, suministro de alimento y otros principios ecológicos, así como el proceso por el cual la materia orgánica del mundo es elaborada (Anderson, et al., 1990; Lumpe and Staver, 1995).

En cuanto a la estructura de la fórmula, aún conociendo los factores necesarios y los productos obtenidos no logran estructurarla adecuadamente, sólo 37.5% de los alumnos lo realiza, esto tal vez se debe a que los estudiantes presentan problemas con la noción de reactivos y productos, y las

representaciones de cambio en ecuaciones. en general el motivo está en que no tienen conocimientos en el área de estequiometría y formulación de ecuaciones (Barker and Malcolm, 1989; Simpson Arnold, 1982).

En el análisis realizado a los textos propuestos se encontró que:

Texto 1.

a) Las plantas absorben los nutrientes del suelo y a través de éste proceso, se desarrollan (81.25%); el agua no sufre ningún cambio. no se considera el fenómeno de transmutación como lo hizo Van Helmont en su época.

Texto 2.

b) El ratón del texto dos muere por falta de oxígeno y alimento en el primer caso y en el segundo sobrevive debido a la liberación de oxígeno que es proporcionado por la planta: sin embargo, ignoran el desprendimiento del CO_2 por parte del ratón, y relacionan el proceso de liberación de O_2 con la fotosíntesis y la respiración, esto tal vez se debe a que constantemente se les habla de respiración y fotosíntesis y se liga el O_2 con éstos dos procesos.

Texto 3.

c) Las hojas verdes son las partes de la planta que llevan a cabo el proceso de Fotosíntesis, mientras que los tallos verdes lo hacen en muy poca proporción. esta explicación sugiere que los alumnos relacionan fotosíntesis con las hojas, ya que la mayor parte de los libros de texto al

ejemplificar con esquemas el proceso lo hacen señalando las hojas, o dentro del mismo texto lo citan y en cuanto a las partes no verdes como las raíces mencionan que realizan la función de absorción de nutrientes, y, el agua del suelo, y las flores y frutos no intervienen en este proceso e inclusive tampoco hacen mención de la producción de CO_2 por estas partes.

En cuanto a la importancia de estudiar el proceso de fotosíntesis, la mayoría de los alumnos menciona su importancia en relación a proporcionar el O_2 que se utiliza en la respiración, omiten en este caso el proceso de transformación de energía y su importancia de producción de carbohidratos, además poseen la idea de que este proceso es una forma de respiración que se realiza por las plantas, es decir confunden el proceso fotosintético con el respiratorio.

Con relación a las lecturas propuestas, se eligieron de acuerdo a su complejidad, se inició con la lectura de Alexander (1992), en donde se plantea de forma muy general y sencilla el proceso, en cuanto al libro de Ondarza (1991), se amplía el tema y se realiza un análisis detallado; el artículo de la revista es con base en un punto específico del tema (la producción de oxígeno en las plantas), en este se plantean los mecanismos por los cuales las plantas realizan la liberación de O_2 y especifica la importancia de la luz y el agua en el proceso.

Con base en esto se obtuvieron las siguientes ideas:

- La luz está relacionada con el rompimiento de la molécula del agua.

- La luz y el agua son los principales elementos que intervienen en la fotosíntesis.
- La fotosíntesis y la respiración son procesos similares.
- La mayoría de los organismos autótrofos fabrican su alimento utilizando energía luminosa.
- En la fase luminosa hay dos reacciones; el fotosistema I y II, el fotosistema I absorbe energía y se da el desprendimiento de gases como el CO_2 y O_2 .
- En la fotosíntesis interviene la parte verde de las plantas, la luz, el gas carbónico, agua y O_2 .
- La fotosíntesis es una reacción inversa a la efectuada en la oxidación de los azúcares.

Al analizar estos pensamientos se observa que los alumnos aún presentan ideas no acordes a las académicas, por ejemplo considerarán al CO_2 (no todos), como un producto del proceso y no como un requerimiento, además no están acostumbrados a realizar lecturas y análisis de textos e inclusive ellos mismos mencionan lo difícil que es entender el texto y esquemas que aparecen en ellos; una de las dificultades que se presentó para ellos fue entender el proceso en cuanto a la fotólisis (importancia de la luz y el agua) y fijación del CO_2 y continúan relacionando a la fotosíntesis con el proceso de liberación de O_2 y su utilización en la respiración.

Con relación a los mapas conceptuales, los conceptos utilizados para su elaboración fueron obtenidos de las

lecturas propuestas; sin embargo, lo que elaboraron fueron esquemas ya que ninguno de ellos llevó a cabo una jerarquización de éstos conceptos. lo que me hace concluir que su experiencia en la elaboración de mapas no es mucha, aunque se les dió las instrucciones de cómo elaborarlos, ellos no las toman en cuenta; pero si definen en algunas ocasiones conceptos centrales como: fotosíntesis, agua, luz, NADPH, pigmentos fotosintéticos (clorofila), CO_2 , etc; además asimilaron otros conceptos que no manejaban al principio de la investigación y esto propicio una ampliación de su vocabulario; lo cual les permitirá ir estructurando más el concepto.

En los diseños experimentales, sólo un equipo lo estructuró con los puntos solicitados. los equipos restantes realizaron estructuraciones parciales a los problemas planteados; es probable que a lo largo de su desarrollo educativo, no se les ha impulsado a realizar actividades experimentales diseñadas por ellos mismos, ni se les da la debida instrucción para trabajar en equipos en relación con la elaboración de proyectos, ni tampoco cuentan con la experiencia para hacerlo, y por lo general cuando se realiza un trabajo experimental, es el profesor quien propone el diseño, plantea la problemática y los mecanismos para resolverla y el alumno sólo actúa como si siguiera una "receta". Además los proyectos propuestos por ellos retoman algunas ideas de personajes como Priestley o actividades

elaboradas con anterioridad. en cuanto a su informe final en algunos casos no presentó una estructuración formal; ni relacionan el tema con otros; sólo uno de los equipos (equipo 4) realizó un informe en el cual explican los factores que intervinieron (influyeron) en su investigación, así como modificaciones y conceptos manejados en ésta.

Con respecto al uso de la historia de la ciencia. en este caso de la biología; nos ha permitido establecer bases del pensamiento biológico que deben ser adquiridas durante el proceso de enseñanza-aprendizaje. asimismo nos permite ver transformaciones conceptuales que se han manifestado a lo largo del tiempo y cuyo análisis presenta las etapas previas al concepto en cuestión; además de valorar la construcción de conocimientos que se han realizado y se realizan aún fuera o dentro de las instituciones.

X. CONCLUSION.

A partir de los resultados obtenidos a lo largo de esta investigación se obtuvo que:

- La mayoría de los alumnos incorporo o asimiló nuevos conceptos que le permitieron tener una mejor comprensión del tema. La asimilación radicó en comprender que la fotosíntesis es "Un proceso de transformación de energía luminosa a energía química, que efectúan los cloroplastos, en el cual se requiere de agua, CO_2 , energía luminosa (energía solar) y clorofila (mencionando además otros pigmentos fotosintéticos como carotenoides y ficobilinas)". Además reconocen que posee dos fase: luminosa y oscura: en las cuales se obtienen carbohidratos a partir de CO_2 y O_2 del rompimiento de la molécula de agua.
- Ubican el lugar donde el proceso se efectúa (cloroplastos); sin embargo, no lo relaciona con la célula. Lo cual indica que el concepto de célula y otros compatibles con éste no se encuentran o están presentes parcialmente en la estructura cognitiva del alumno, provocando que se dé en cierta forma una memorización del concepto cloroplasto pero no la conexión con la célula.
- Con relación a la luz y el agua son consideradas

importantes, en cuanto a la nutrición, producción de alimento (formación de carbohidratos), transformación de energía, crecimiento y resistencia a altas temperaturas. Además de ser los principales elementos que intervienen en la fotosíntesis.

- La liberación del O_2 se da a partir de la molécula de agua, sin embargo no hay conocimiento del proceso por medio del cual se da esta liberación (fotólisis); e inclusive en los mapas de correspondencia no se presenta este concepto, ni otros conceptos que hagan referencia a lo que ocurre después del proceso de fotólisis.

- La importancia del proceso en la naturaleza para ellos, radica en la obtención de oxígeno necesario para la respiración (Rodrigo-Vega, 1992). Hay una relación fuertemente de los procesos de respiración - fotosíntesis y son propuestos como similares.

- A pesar de conocer los reactivos y productos hay una deficiencia en cuanto a estructurar la fórmula general que indica el proceso, así como la forma de analizar algunos textos.

- La utilización de textos históricos permitió relacionar los conceptos de los estudiantes con las ideas

presentadas por los investigadores. encontrando que los alumnos relacionan el proceso fotosintético como una función que se lleva a cabo en las hojas (Wandersee, 1985); además el uso de la historia de la ciencia, nos da pauta a definir conceptos estructurantes; es decir un concepto que transforma el sistema cognitivo y que permite adquirir nuevos conocimientos, organizar datos e incluso transformar los anteriores.

Uno de estos conceptos estructurantes es el modelo explicativo que indica las características de un ser vivo, las cuales están determinadas por la estructura microscópica (estructura celular), ya que determina propiedades del nivel macroscópico (Gagliardi, 1986). Por lo tanto, para entender el proceso fotosintético, los alumnos deben de poseer los conceptos de célula y su relación en cuanto a estructura y función, enzimas (función), materia y energía, etc.

Por otra parte la historia de la ciencia puede ser utilizada como un tema de la clase, en donde se definan los obstáculos, dificultades y trabas conceptuales que se superaron para el desarrollo de un concepto o ciencia en particular.

- Con relación al diseño de experimentos, se encontró que algunos alumnos poseen una deficiencia en cuanto a la elaboración de actividades experimentales a partir de

problemas propuestos, y la forma en la cual desarrollan éstas; sin embargo, la actividad de trabajar en grupos colabora en una proporción la asimilación del tema. Aunque no todos los equipos formados llegan a esta asimilación, pero su efecto de colaboración propicia que el estudiante sea un activo-aprendedor y esto ayuda a desarrollar concepciones "válidas" científicamente (Lumpe and Staver, 1995); asimismo, el utilizar el discurso del alumno a partir de una pregunta inicial ayuda a conocer la organización conceptual al inicio de una investigación y los cambios que presentan al final de la misma.

- El modelo utilizado para evaluar la pregunta 1 (MAP), permitió detectar una asimilación del concepto, así como observar un posible cambio, a través del discurso de los alumnos: sin olvidar que permite detectar la ausencia de ciertos conceptos en la estructura conceptual del alumno, lo cual es de ayuda para el diseño de nuevas estrategias o modificar las estrategias de enseñanza-aprendizaje que se estén utilizando y de esta forma facilitar la asimilación de conceptos difíciles.

En sí el MAP permitió detectar:

- 1.- Un aumento con relación a los conceptos presentados en correspondencia conceptual del pretest al postest.
- 2.- Una ausencia total de conceptos relacionados con las

fases luminosa y oscura, que indican los mecanismos e importancia de compuestos como el agua dentro de la fotosíntesis; así como la ausencia de conceptos como célula vegetal, hojas, algas, bacterias fotosintéticas; los cuales ubicarían al alumno en el lugar en donde se lleva a cabo la fotosíntesis y reflexionar sobre el proceso en otros organismos autótrofos.

3.- El desarrollo de una proporción razonable de conceptos y relaciones lógicas que permiten una estructuración aceptable y lógica de un discurso coherente y razonablemente preciso, en el que se presentó lo básico del discurso propuesto por el profesor; ya sea a través de conceptos y relaciones idénticas o equivalentes.

- Asimismo la estrategia de enseñanza-aprendizaje, dividida en módulos, en donde se utiliza la aplicación de tests, colaboración en grupo, diseño de experimentación y utilización de puentes cognoscitivos: englobados dentro de la investigación-acción y desde un punto de vista constructivista, permitió observar como los alumnos a partir de sus ideas previas fueron construyendo poco a poco un concepto más amplio sobre el tema de fotosíntesis.

Esto muestra que las estrategias en las cuales se

detectan y utilizan las ideas previas. así como la secuencia de actividades que comprenden incorporación de nuevos conceptos a través del análisis y confrontación de éstos, permiten una asimilación y acomodación del concepto que se éste trabajando.

Sin embargo hay que tomar en cuenta que a lo largo de este proceso se encuentran limitantes que propician un reajuste de la actividad a desarrollar. limitantes como:

- La falta de habilidad y destreza con relación a diseñar proyectos de investigación, lo cual provoca dificultades para su realización, resistencia a trabajar en equipos, dificultad para leer y analizar textos de divulgación científica. Pero cabe señalar que este tipo de actividades: en particular el diseño de experimentos propios. da una especie de pensamiento divergente, una modalidad de trabajo para el aprendizaje de contenidos metodológicos.

Si se les pide diseñar sus propios trabajos experimentales a los alumnos, encontraremos que al principio son simples y no originales, además de que no se presenta el control adecuado de las variables que intervienen y una vez que se han probado éstos diseños es necesario dar a conocer los resultados, ya que esto esta relacionado con el carácter social o colectivo de la construcción de conocimiento (Fumagalli, 1993).

E inclusive al utilizar un modelo de enseñanza dentro de la investigación-acción se corre el riesgo de

caer en un proceso educativo en donde se limita a atender las contingencias y problemas inmediatos sin ubicarlos en un contexto más general que determina y condiciona las situaciones; pero a pesar de esto, a lo largo de éste proceso se logró que los alumnos colaboraran para la realización de sus proyectos, se fomentó su interés por la lectura, lo cual dió como resultado un cambio en relación con los conceptos que se mostraron inicialmente y los que fueron detectados al final de la investigación: esto provocó una ampliación de su vocabulario, lo cual permite relacionar conceptos iniciales con los adquiridos posteriormente y con otros que se presentan en otras disciplinas científicas.

Al analizar todo el proceso de investigación desarrollado se observó que:

El proceso de enseñanza-aprendizaje no está aislado, hay interacción de otros procesos que limitan el desarrollo total de éste, las preconcepciones que poseen los estudiantes provocan conflictos con las concepciones que se quiere enseñar; en cada una de las fases desarrolladas se presentaron problemas que requerían ajustes a lo planeado, por ejemplo se dieron otras preguntas que no se tenían contempladas para tratar de definir la importancia que le daban los alumnos al proceso de fotosíntesis; otro de los problemas que se manifestó fue la actitud de algunos alumnos para trabajar en

equipo e inclusive para contestar a los test y la actitud de algunos profesores quienes consideran que las investigaciones realizadas en el aula no proporcionan los medios para un diseño de estrategia de enseñanza-aprendizaje ya que para ellos los alumnos son receptores de los mensajes didácticos proporcionados por el profesor, y todo fracaso en lo que se enseña o lo que aprende se debe a la poca capacidad o voluntad que presentan los alumnos, además otro problema es el tiempo con que se cuenta, ya que este tipo de estrategia requiere de tiempo para precisar lo planeado y hacer posible un auténtico aprendizaje.

Sin embargo, el diseño propuesto me permitió definir que el proceso de enseñanza-aprendizaje es complicado y cada una de las etapas representa una interacción entre profesor-alumno que no sólo permite conocer la estrategia diseñada sino también conocer al propio alumno y las limitantes que tanto profesor como alumno poseen.

En sí los resultados obtenidos mostraron que los alumnos asimilaban conceptos que les ayudan a comprender el tema de fotosíntesis; no obstante, en algunos casos aún se siguen presentando errores conceptuales que hacen pensar en una modificación del diseño de estrategia utilizado; ya que no es posible ofrecer un solo proceso metodológico de enseñanza-aprendizaje acerca de lo que debe hacerse; debido a que cada uno de los alumnos tiene su propia forma de reflexionar sobre los fenómenos que le rodean.

Es decir mostrar los hechos, fenómenos u objetos, para ser identificados y posteriormente aplicar conceptos que expliquen éstos actos. Ausubel, propone que la enseñanza debe comenzar por la presentación de conceptos poco diferenciados o aprovechar los que el alumno ya maneja y se muevan hacia conceptos más precisos con mayor número de atributos (Otero, 1985); es por esto que la estrategia que se propuso trató de:

- Averiguar los conceptos que poseen los alumnos en relación al tema.
- Buscar una forma "adecuada" para enseñarlo y relacionarlo con otros conceptos.
- Y buscar un cambio en la estructura conceptual del alumno.

Pero para esto es indispensable utilizar una adecuada instrucción de conceptos prerrequisitos, es decir aquellos conceptos que se requiere que el alumno posea; así como tener por parte del profesor conocimientos específicos del tópico que se va a enseñar (Smith and Anderson, 1984), y no sólo del tema, sino además de estrategias de enseñanza-aprendizaje, como lo es la utilización de grupos que colaboren entre sí promoviendo el aprendizaje significativo que permita la comprensión de la fotosíntesis en un esquema de enseñanza designado para ayudar a los alumnos al dominio de

prerrequisitos específicos. De aquí la importancia de desarrollar este tipo de trabajo, el cual permite conocer tanto las ideas presentadas por los alumnos, como los cambios sufridos al final de la estrategia. Para conocer los fundamentos, la mejor manera es llevar a cabo más estudios con relación al tema, en el cual se pongan en práctica ésta u otro tipo de estrategia de enseñanza-aprendizaje que permita no sólo al alumno la asimilación y acomodación del tema sino además la interacción entre profesor-alumnos-institución educativa y disciplinas científicas; ya que en algunos casos es imprescindible implementar estrategias utilizadas en otras disciplinas como lo son la física y la química para la biología.

Además se sugiere para mejorar la estrategia, utilizar un número mayor de alumnos, realizar comparaciones entre grupos, relacionar otros conceptos dentro del mismo test, estudiar la interacción ciencia/sociedad, plantear problemas con respecto al tema, dedicarle más tiempo a la estrategia, desarrollar lecturas guiadas sobre los textos propuestos y llevar a cabo un seguimiento de cómo se presentan éstos conceptos con los del siguiente semestre o cómo son enlazados con nuevos conceptos; además de exponer el tema en una forma clara, sencilla y accesible que permita la comprensión del tema.

ANEXOS .

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO.

COLEGIO DE CIENCIAS Y HUMANIDADES.

Pretest :

Nombre _____ Edad _____ Sexo _____

Nivel académico _____ Fecha _____

Plantel _____

A continuación te presentamos un cuestionario cuyo objetivo es conocer tus ideas y conceptos sobre fotosíntesis. Tus respuestas no van a afectar tu calificación semestral, sino que serán utilizadas para mejorar la docencia. Este cuestionario es parte de un proyecto de investigación y se aplicará nuevamente después de que hayas visto el tema. Te agradezco tu apoyo y colaboración.

Lee atentamente cada una de las preguntas y contesta lo que se te pide. Toma el tiempo necesario para responder.

1.- ¿Qué es la fotosíntesis?. Con base en tu definición explica como se lleva a cabo y menciona los compuestos que requiere y los productos que se obtienen.

2.- De las siguientes proposiciones, unas son "verdaderas" y otras "falsas". Léelas con atención y escribe a la derecha, en la línea una "V" (si es verdadera) o "F" (si es falsa).

- a) La fotosíntesis sólo se realiza durante el día. _____
- b) Las plantas verdes producen carbohidratos a través de la fotosíntesis..... _____
- c) La clorofila absorbe la energía luminosa, la cual es convertida a energía química..... _____
- d) Las plantas verdes respiran sólo cuando no hay energía luminosa..... _____
- e) Los únicos pigmentos fotosintéticos son las clorofilas..... _____

Justifica tu respuesta

3.- Rodea con un círculo la letra (o letras) que conteste a la siguiente pregunta.

¿Cuáles son los aspectos del proceso fotosintético?

- a) Capturar CO_2
- b) Desprender H_2O
- c) Desprender O_2
- d) Ninguno de los anteriores

La razón para mi respuesta es: _____

4.- Marca con una X la letra (o letras) que conteste a la siguiente pregunta.

¿Cuál es el factor que necesitan las plantas verdes para realizar la fotosíntesis?.

- a) Agua b) Luz c) CO₂
d) Clorofila e) Estomas

La razón para mi respuesta es: _____

5.- Marca con una X los productos resultantes del proceso fotosintético.

- a) Oxígeno b) Agua
c) Carbohidratos d) Bióxido de carbono.

6.- ¿Qué papel juega el agua en el proceso de fotosíntesis?. _____

7.- ¿Es importante el proceso de fotosíntesis en la naturaleza? () Sí () No ¿Por qué? _____

8.- A continuación se expresan una serie de enunciados. Lo que en ellos se dice puede ser "verdadero" o "falso", piénsalo bien y rodea con un círculo la "V" si es verdadero o la "F" si es falso.

- a) La fotosíntesis y la respiración son procesos equivalentes..... V F
- b) La fotosíntesis ocurre con la luz artificial así como con la luz solar..... V F
- c) La fotosíntesis es un proceso de transformación de energía..... V F
- d) En el rompimiento de la molécula de agua se da la liberación del oxígeno..... V F
- e) La fotosíntesis se divide en dos fases: la luminosa y la oscura..... V F
- f) la fotosíntesis se lleva a cabo en las mitocondrias y la respiración en los cloroplastos. V F

9.- ¿Es indispensable la luz en la formación de alimento en las plantas? () Si () No ¿Por qué? _____

10.- Con los siguientes elementos escribe la fórmula que represente al proceso fotosintético.

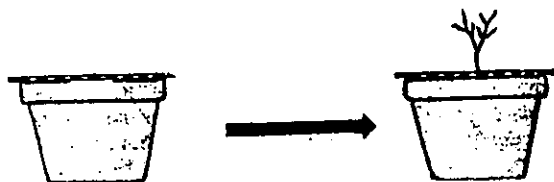
CO₂, O₂, Energía luminosa, H₂O, Clorofila y Carbohidratos.

A continuación te presentamos algunos textos que narran las experiencias realizadas por algunos investigadores con respecto al tema de fotosíntesis. Lee con atención cada uno de ellos y contesta lo que se te pide.

Texto 1.

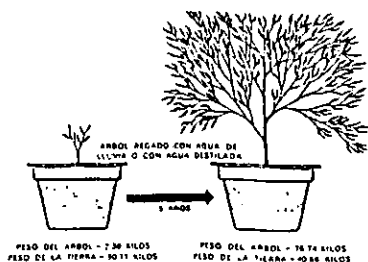
Las investigaciones experimentales sobre la fotosíntesis comenzaron hace unos 300 años con los estudios de Van Helmont sobre la nutrición en las plantas y el origen del material vegetal, para resolver éstos problemas Jan Baptista Van Helmont, diseñó un experimento, sencillo e ingenioso en donde intentó descubrir la fuente de los materiales nutritivos para los vegetales. He aquí sus propias palabras:

"Tome una macetera en la cual coloqué 90.7 Kilos de tierra que había sido secada en un horno, la humedecí con agua de lluvia y sembré en ella el tronco o tallo de un árbol de sauce que pesaba 2.30 Kilos.



Finalmente después de 5 años de cuidados, el árbol había crecido y pesaba 76.74 kilos. Cuando era necesario, siempre humedecía la tierra de la macetera con agua de lluvia o agua destilada; la macetera era grande y estaba implantada en la

tierra. Para que el polvo de los alrededores no se entre mezclara con la tierra, cubrí los bordes de la macetera, con una placa de hierro cubierta con plomo y con muchos huecos. No computé el peso de las hojas que cayeron durante cuatro otoños. Al final, sequé de nuevo la tierra que había en la macetera y se encontraron los mismos 90.7 Kilos, faltando unos 56.7 gramos".



El experimento fue bueno y las conclusiones dadas por Van Helmont eran lógicas y razonables para la época; además fue reconocido como el iniciador de una investigación que estimuló a otros a extenderse mucho más allá en el estudio de la fotosíntesis.

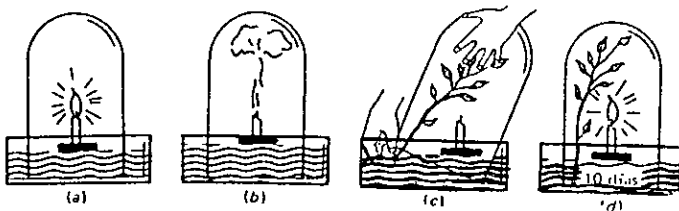
De acuerdo al texto anterior marca con una X la explicación que TU darías a los resultados obtenidos por Van Helmont.

- () El material vegetal, representado por la ganancia en peso es obtenido de pequeñas cantidades de tierra.
- () La planta absorbió los nutrientes del suelo y a través de éstos se desarrolló.
- () El agua sufrió un proceso de transformación, por medio del cual se cambió en madera.

Texto 2.

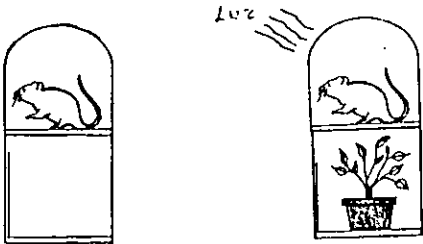
El químico inglés Joseph Priestley se interesó en la investigación de los gases que se relacionaban con la vida de la planta. A través de sus experimentos, reconoció que de alguna manera los animales y velas prendidas dentro de una campana invertida "dañaban" el aire, tornándolo incapaz de mantener la vida; él consideraba que en la naturaleza debería de haber algún medio para remediar el daño que recibe la atmósfera; era evidente que la vida no podría existir, si no hubiera alguna función restauradora.

Para probar esto realizó varios experimentos; dentro de una campana colocó un tallo de menta con cierta cantidad de aire en el cual se había consumido una vela y observó que después de 10 días, otra vela podía arder perfectamente bien dentro de la campana. Repitió este experimento sin ninguna variación, no menos de 8 o 10 veces; observando que 5 o 6 días eran suficientes para restaurar este aire.



Esto le dio pauta a realizar otros experimentos en los cuales colocó un ratón con alimento dentro de una campana de cristal sellada y una segunda campana con una planta y un ratón con alimento, ambas colocadas en la luz y las observó

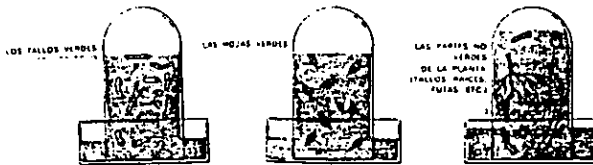
durante un corto periodo de tiempo (de 1 a 5 días).



De acuerdo a lo que leíste ¿Qué crees que le ocurra al
ratón en cada caso? y ¿Por qué? _____

Texto 3

Los trabajos de Priestley fueron leídos por un médico holandés Jan Ingenhousz, quien llevó a cabo sus propias investigaciones; éstas solamente confirmaban los descubrimientos de Priestley de que las plantas de alguna manera restauraban el aire; pero además llegó a la conclusión de que la luz era necesaria para los procesos fotosintéticos, y se dió cuenta que no todas las partes de las plantas contribuían a restaurar la atmósfera, que algunas porciones de la planta actúan solamente como velas encendidas o animales "dañando" el aire.



A lo que se preguntó ¿Qué parte de las plantas son las que llevan acabo el proceso?. Marca con una X la o las respuestas que TU darías a la pregunta anterior.

- a) Hojas verdes
- b) Tallos no verdes
- c) Frutos
- d) Tallos verdes
- e) Raices
- f) Flores

De acuerdo a la o las respuesta que marcaste ¿por qué crees que éstas partes de la planta llevan acabo el proceso?

B. ANEXO 2.

Rangos de clasificación de la organización conceptual por índice.

Índice	Rango	Marco
Correspondencia conceptual (CC).	$0.5 \leq CC \leq 1$	Marco conceptual
	$0.25 \leq CC < 0.5$	Marco referencial
	$0 \leq CC < 0.25$	Marco Nacional
Correspondencia relacional (Cr).	$0.5 \leq Cr \leq 1$	Marco conceptual
	$0.25 \leq Cr < 0.5$	Marco referencial
	$0 \leq Cr < 0.25$	Marco Nacional
Correspondencia en el núcleo (C)	$0.5 \leq C \leq 1$	Marco conceptual
	$0.25 \leq C < 0.5$	Marco referencial
	$0 \leq C < 0.25$	Marco Nacional
Densidad (d)	$d \leq 1.38$	Marco conceptual
	$1.38 < d \leq 2$	Marco referencial
	$d > 2$	Marco nacional
Índice de calidad (q).	$0.25 \leq q \leq 1$	Marco conceptual
	$0.0625 \leq q < 0.25$	Marco referencial
	$q < 0.0625$	Marco nacional
Índice de calidad (Q).	$Q \geq 0.543$	Marco conceptual
	$0.156 \leq Q < 0.543$	Marco referencial
	$Q < 0.156$	Marco nacional

C. ANEXO 3.

Ejemplo del Modelo de Análisis Proposicional.

MODELO DE ANALISIS PROPOSICIONAL (MAP).

El MAP es un método de análisis de discurso para estudiar la estructura de cualquier texto; se ha diseñado para identificar las ideas principales en una organización conceptual.

En el Modelo se identifican las proposiciones y sus componentes: conceptos, relaciones lógicas y otros componentes (proposiciones, artículos, atributos que establecen tamaño, lugar, tiempo, cantidad y otras características).

Fases del Modelo.

Primera etapa.

- 1.- Identificar las proposiciones y sus componentes.
- 2.- Construcción del mapa proposicional.
- 3.- Identificación del núcleo conceptual.
- 4.- Cálculo de un índice de coherencia que informa el nivel de densidad del discurso ($d = C/R$).

Segunda etapa.

Análisis de correspondencia.

- 1.- Correpondencia conceptual. $CC = C_{\text{CS}}/C_p$.
- 2.- Correspondencia en relaciones lógicas. $Cr = R_{\text{CS}}/R_p$.
- 3.- Correspondencia en el núcleo conceptual. $c = G_{\text{CS}}/C_p$.
- 4.- Determinación de la calidad del discurso

$$Q = (q + c/d).$$

$$q = CC \times Cr.$$

5.- Análisis cuantitativo de la correspondencia.

Indices.

$d \leq 1.38$ = M. Conceptual. $1.38 < d \leq 2$ = M. Referencial.

$d > 2$ = M. Nocional.

$0.542 \leq Q \leq 2$ = M. Conceptual.

$0.15625 \leq Q < 0.543$ = M. Referencial

$0 \leq Q < 0.15625$ = M. Nocional.

CRITERIO DEL PROFESOR.

P1: La fotosíntesis es un proceso de transformación de energía luminosa en energía química, de compuestos inorgánicos en compuestos orgánicos.

P2: Este proceso ocurre en las hojas de las plantas, algas y algunas bacterias fotosintéticas, que utilizan como compuestos al agua y CO_2 y se obtienen como productos, oxígeno, carbohidratos (glucosa) y agua.

P3: El proceso se inicia a través de la captación de energía luminosa por parte de la clorofila que se encuentra en los cloroplastos de la célula vegetal.

P4: [El proceso] se divide en dos fase [que son] fase luminosa y fase oscura.

P5: En la fase luminosa se da el rompimiento de la molécula de agua (fotólisis), dando como resultado la liberación del oxígeno y el transporte del ión hidrógeno en el fotosistema I y fotosistema II, proporcionando al final ATP y NADPH.

P6: En la fase oscura o ciclo de Calvin-Benson se fija el CO_2

para la formación de carbohidratos y se utiliza el ATP y NADPH de la fase luminosa.

P7: Es decir se trata de un proceso de oxidorreducción en donde formalmente la ecuación de la fotosíntesis puede descomponerse en dos etapas: la oxidación del agua, que provoca el desprendimiento del oxígeno y la reducción del CO_2 que produce carbohidratos.

Conceptos = 35

Relaciones lógicas = 39

$d = C/R \quad d = 35/39 = 0.897$

[] = Implícitos.

En la proposición 4 están implícitas las palabras [el proceso] y [que son].

Núcleo conceptual.

- Proceso (en las proposiciones 1, 2, 3 en la 4 [] y en la 7).
- Agua (en las proposiciones 2, 5 y 7).
- CO_2 (en las proposiciones 2, 6 y 7).
- Oxígeno (en las proposiciones 2, 5 y 7).
- Carbohidratos (en las proposiciones 2, 6 y 7).
- ATP (en las proposiciones 5 y 6).
- NADPH (en las proposiciones 5 y 6).
- Energía luminosa (en las proposiciones 1 y 3).
- Fase luminosa (en las proposiciones 4, 5 y 6).
- Fase oscura (en las proposiciones 4 y 6).
- Fotosíntesis (en las proposiciones 1 y 7).

Conceptos en el criterio (profesor).

C1= Fotosíntesis	C25= Fase luminosa
C2= Proceso	C26= Fase oscura
C3= Energía luminosa	C27= Molécula
C4= Energía química	C28= (Fotólisis)
C5= Compuestos inorgánicos	C29= Ión hidrógeno
C6= Compuestos orgánicos.	C30= Fotosistema I
C7= Hojas	C31= Fotosistema II
C8= Plantas	C32= ATP
C9= Algas	C33= NADPH
C10= Bacterias fotosintéticas	C34= Ciclo de Calvin-Benson
C11= Compuestos	C35= Etapas
C12= Agua	
C13= CO ₂	
C14= Productos	
C15= Oxígeno	
C16= Carbohidratos	
C17= (Glucosa)	
C18= Oxidorreducción	
C19= Clorofila	
C20= Cloroplastos	
C21= Célula vegetal.	
C22= Fase	
C23= Reducción	
C24= Oxidación	

Relaciones lógicas del criterio.

R1= Es un	R2= Transformación	R3= Ocurre
R4= Y	R5= Utilizan	R6= Y
R7= Y	R8= Se obtienen	R9= Y
R10= Se inicia	R11= Captación	R12= Se encuentra
R13= Se divide	R14= [Que son]	R15= Y
R16= Se da	R17= Rompimiento	R18= Dando
R19= Liberación	R20= Y	R21= Transporte
R22= Y	R23= Proporcionando	R24= Y
R25= O	R26= Se fija	R27= Para
R28= Formación	R29= Y	R30= Se utiliza
R31= Y	R32= Es decir	R33= Se trata
R34= Puede	R35= Descomponerse	R36= Que provoca
R37= Desprendimiento	R38= Y	R39= Que produce

Pretest.

Mar Arvizu Gloria.

P1: [La fotosíntesis] es el proceso que llevan a cabo las plantas verdes en presencia de un pigmento llamado clorofila, necesitando la luz solar.

P2: [Proceso] en el cual [Las plantas verdes] toman bióxido de carbono y desprenden oxígeno necesario para la vida.

Conceptos = 9 Relaciones lógicas = 9 d=C/R

$d = 9/9 = 1.0$ Marco Conceptual.

[] Implícitos

[la fotosíntesis] en la proposición 1

[Proceso] y [Plantas verdes] en la proposición 2

Conceptos alumno.

C1= [Fotosíntesis]

C2= Proceso

C3= Plantas verdes

C4= Pigmento

C5= Clorofila

C6= Luz solar.

C7= Bióxido de carbono

C8= Oxígeno

C9= Vida.

Relaciones lógicas alumno

r1= Es

r2= Llevan

r3= Llamado

r4= Necesitando

r5= Toman

r6= Y

r7= Desprenden

r8= Necesario

r9= Para

Núcleo conceptual

Profesor:

- Proceso
- Agua
- CO_2
- Oxígeno
- Carbohidratos
- ATP
- NADPH
- Energía luminosa
- Fase luminosa
- Fase oscura
- Fotosíntesis

Densidad

Profesor:

d= 0.897

Alumno:

- Proceso
- Plantas verdes

Alumno:

d= 1.0

Análisis de correspondencia

Correspondencia conceptual

- Conceptos idénticos

Fotosíntesis

Proceso

Clorofila

Oxígeno

- Conceptos equivalentes

Profesor

Plantas

Alumno

Plantas verdes

Profesor	Alumno
Energía luminosa	Luz solar
CO ₂	Bióxido de carbono

- Conceptos alusivos

Correspondencia en relaciones lógicas.

Relaciones idénticas.

Profesor	Alumno
R1 Es un	r1 Es
R4 Y	r6 Y
R27 Para	r9 Para

Relaciones equivalentes

Profesor	Alumno
R3 Ocurre	r2 Llevan
R5 Utilizan	r4 Necesitando
R30 Se utiliza	r5 Toman
R19 Liberación	r7 Desprenden

Correspondencia del núcleo conceptual

Conceptos idénticos

- Proceso

Análisis cuantitativo de la calidad del estudiante

La densidad del estudiante está en:

$d = 1.0$ que está localizada en el rango del Marco Conceptual $d \leq 1.38$ $1.0 < 1.38$

Al analizar los valores de correspondencia conceptual, racional y el núcleo se obtiene:

- a) $CC = 7/35 = 0.20 = M.$ Nocional.
b) $Cr = 6/8 = 0.75 = M.$ Conceptual.
c) $c = 5/11 = 0.45 = M.$ Referencial

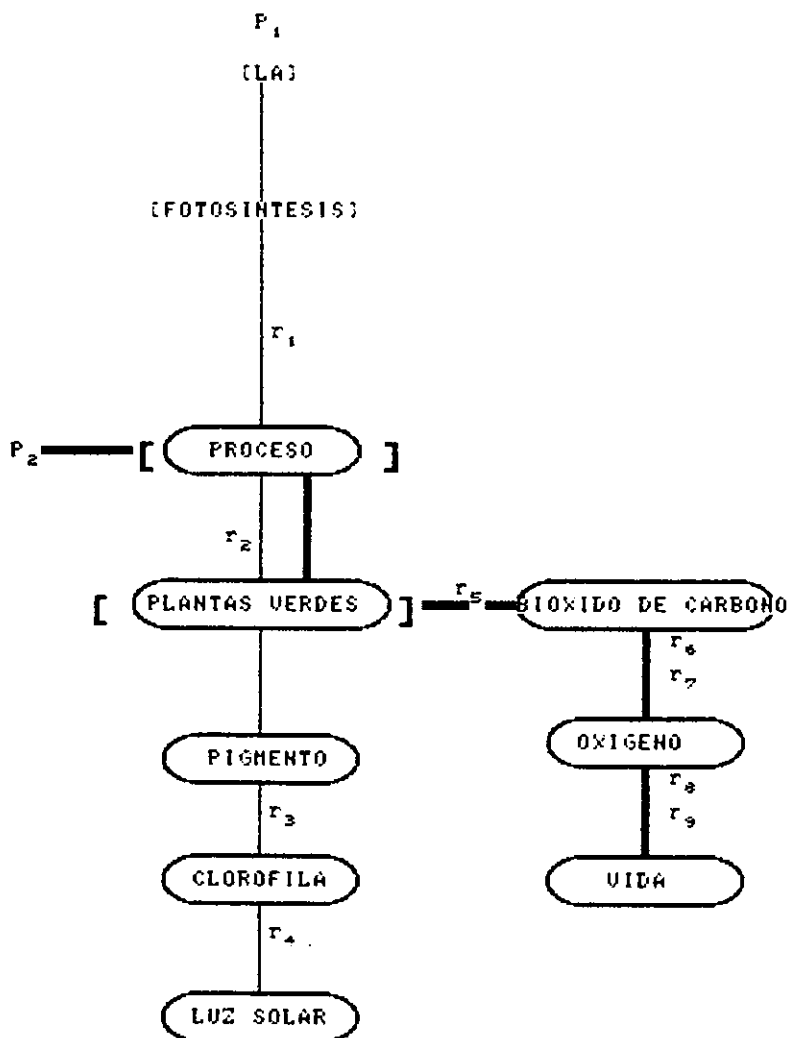
$$q = CC \times Cr \quad q = 0.20 \times 0.75 = 0.15$$

$$Q = (q+c)/d \quad Q = (0.15 + 0.45)/1.0 = 0.60$$

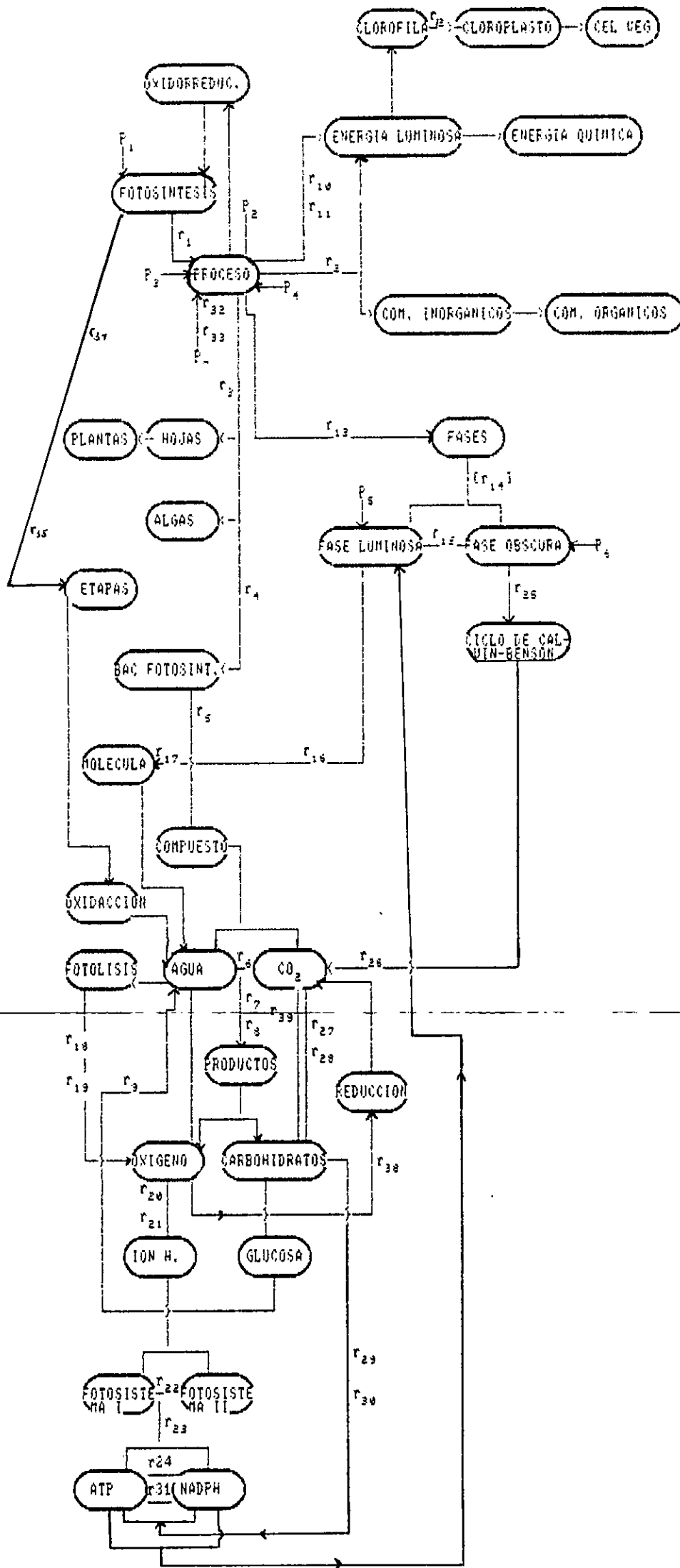
Calificación global = Marco Nocional.

Al observar los resultados obtenidos en CC y Cr. se encuentra una diferencia entre los rangos obtenidos (heterogeneidad de rangos); como CC se encuentra en marco nocional y C en marco referencial, son considerados rangos diferentes pero próximos; entonces la organización conceptual se ubica en el rango más bajo de los dos; por lo tanto se clasifica como Marco nocional.

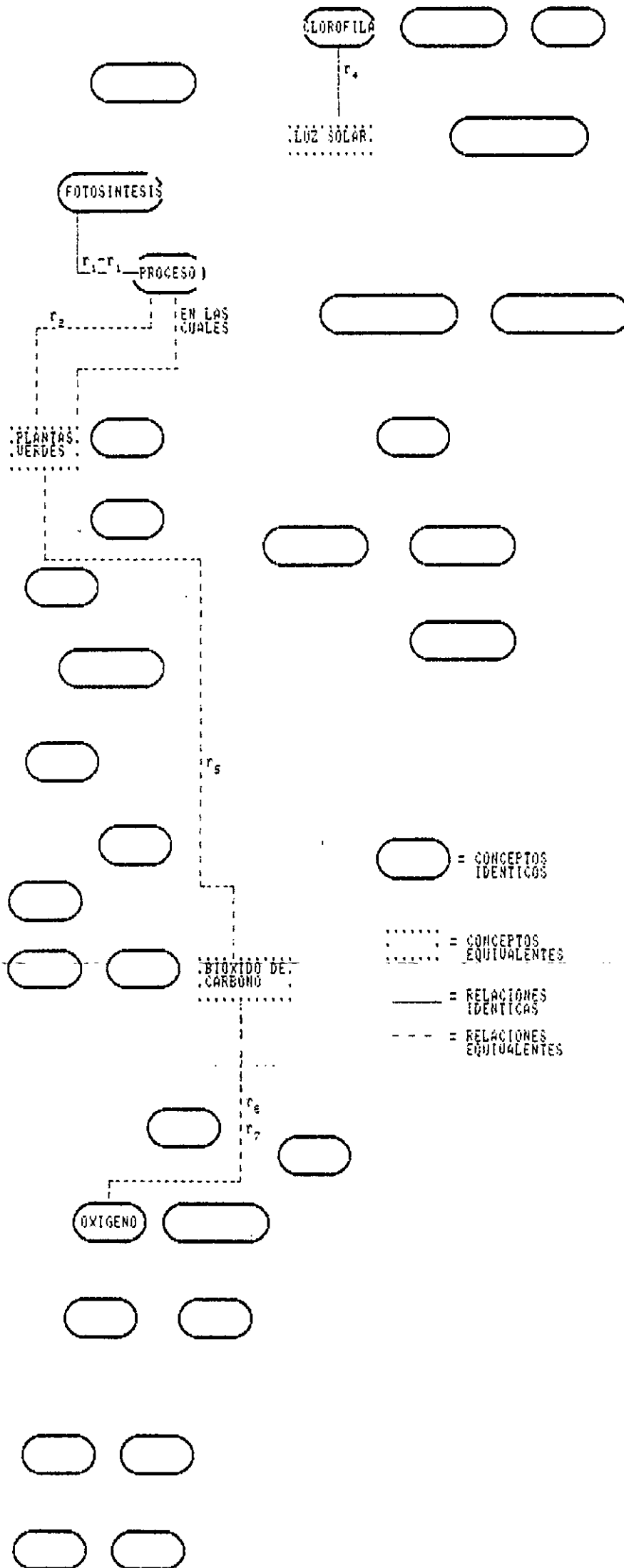
MAPA PROPOSICIONAL DEL ALUMNO (PRETEST)
MAR ARVIZU GLORIA.

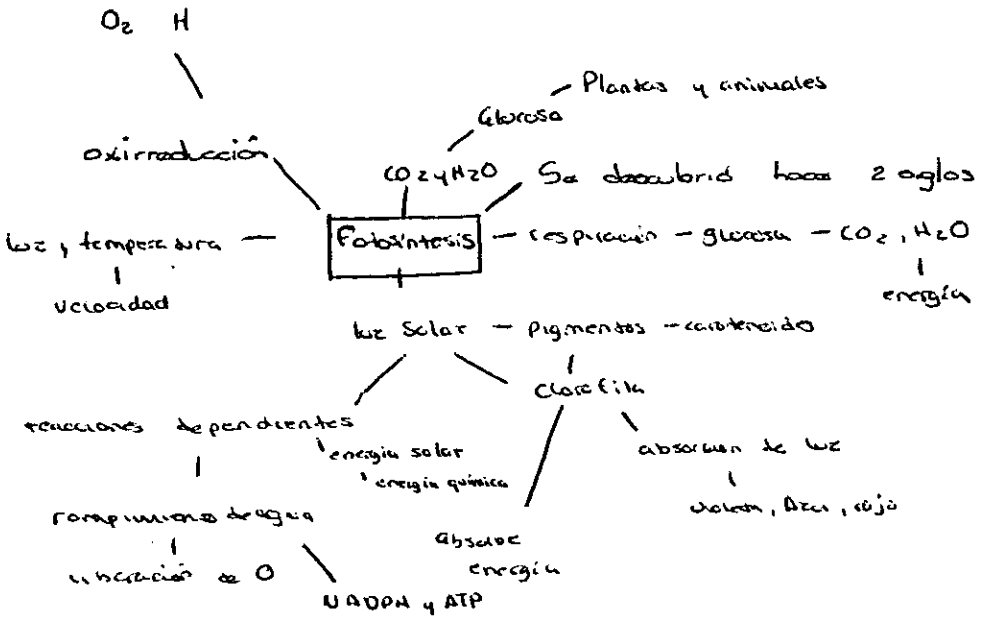


MAPA PROPOSICIONAL CRITERIO

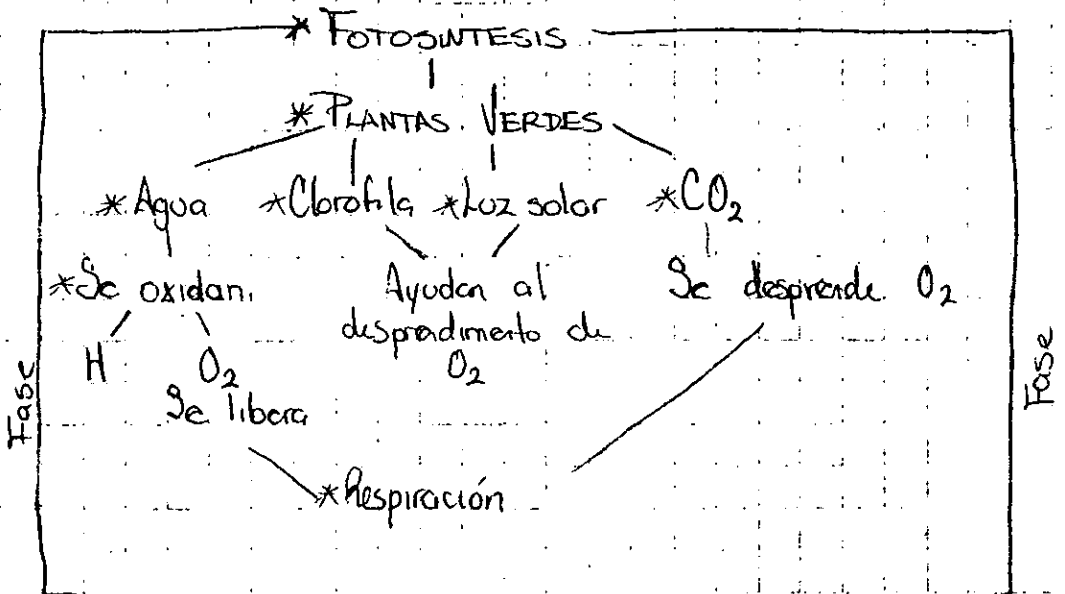


MAPA DE CORRESPONDENCIA CONCEPTUAL





CUADRO CONCEPTUAL



* Luminosa

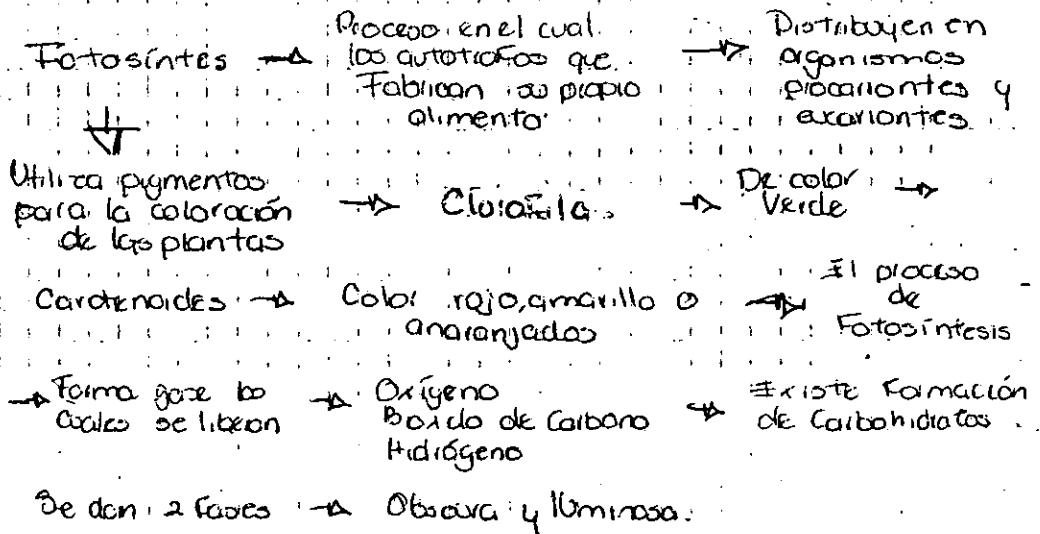
los pigmentos absorben luz

* Se activan pigmentos produce ATP

* Oscura

* CO_2 Se une al RDP y produce PGA

Diagrama



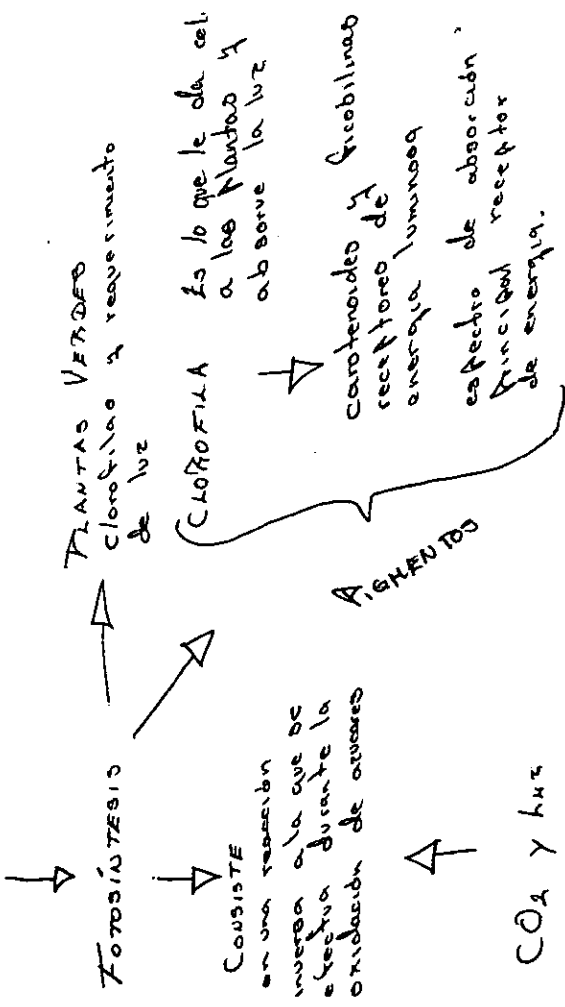
BACTERIAS Y
PLANTAS TRIN.

EN LA VIDA DE
EL PLANETA ES
NECESARIA LAS

TIPOS

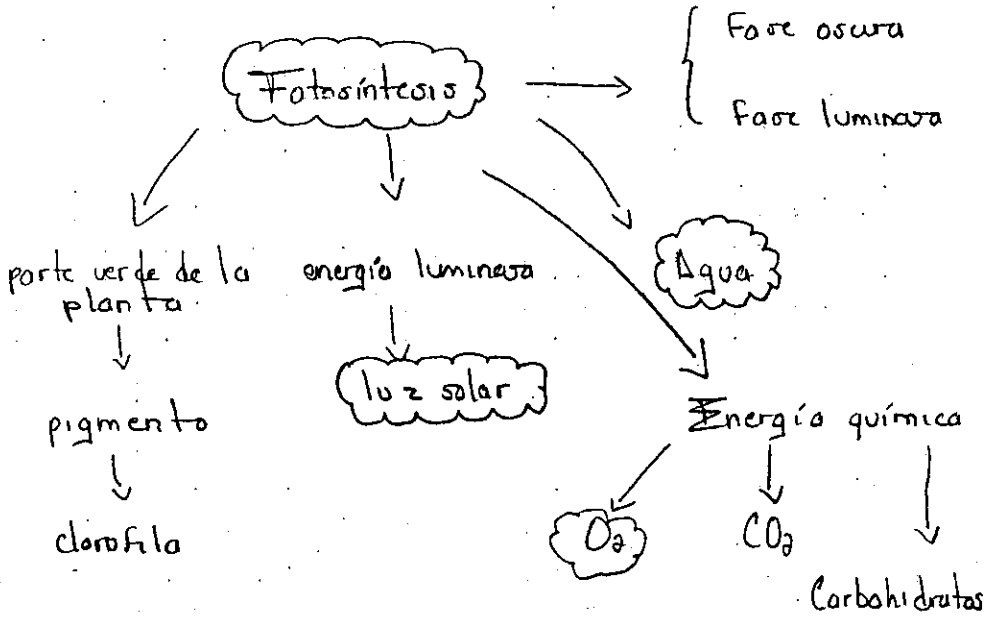
- 1- Depende de la luz
- 2- Es independiente de la luz

$$6 \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{Luz}}$$

$$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{O}_2$$


CO_2 y luz
 Luz { radiante + fotones
 Química

- Fotosíntesis /
- Clorofila /
- Fase oscura /
- Fase luminosa /
- Carbohidratos /
- Agua /
- Luz /
- Oxígeno /
- Dióxido de carbono /
- Energía química /
- Energía luminosa /
- Estomas /



Respiración por medio de estomas

3- Experimento: "Como COMPROBARIAS QUE LAS PLANTAS DESPRENDEN OXIGENO"

OBJETIVOS: Comprovar por medio del experimento que la planta produce oxígeno

MATERIAL: Una vela
Una planta verde (pequeña)
Un recipiente transparente
cerillos

PROCEDIMIENTO: Colocar la vela encendida y poner el recipiente encima. Observar lo que sucede.

Colocar la planta junto con la vela encendida y poner el recipiente encima. Observar lo que sucede.

CUESTIONARIO:

¿Que sucede cuando se tapa la vela encendida?

¿Que sucede cuando se coloca la vela y la planta juntas?

COLEGIO DE CIENCIAS Y HUMANIDADES
VALLEJO
BIOLOGIA I

HERNANDEZ GUZMÁN GABRIELA
LINDERO SÁNCHEZ PAULINA
MEDINA MARTINEZ VALERIA
NUÑEZ MORÍN ERIKA
RENDÓN MATUZ SELENIA

REPORTE DE PRACTICA

LA FOTOSINTESIS

PROFA. PATRICIA ROSAS
GRUPO:425

INTRODUCCION.

Fotosíntesis en terminos generales es un proceso mediante el cual los vegetales, con la presencia de la luz solar, se transforman para formar en el medio ambiente materia organica nutritiva.

A través de la práctica que realizamos, pudimos darnos cuentas de el que tan importante es el papel de la luz en este proceso. Al realizarla observamos que sucede con plantas que si cuentan con energía y con plantas a las que no expusimos al sol.

Nuestra práctica consta de las observaciones que fuimos haciendo, para realizarla utilizamos algunas hojas verdes, las cuales ya con anterioridad habiamos dejado a una con agua y con la presencia del sol, y a otra con agua y sin luz. pero debido a que las plantas eran diferentes no nos fue posible hacer una comparación mas exacta, sin embargo, si pudimos notar la manera en que interviene la luz, y lo que sucede sin ella; esto en cada una de las plantas.

En este proceso de fotosíntesis, la clorofila es la que absorbe la energía luminosa y después se transforma en energía química, que se utiliza para formar compuestos, uno de ellos como el azucar.

La clorofila es el pigmento que le da el color verde a las plantas.

La luz es la energía que hace posible este proceso, y a continuación presentaremos el proceso que seguimos para esta práctica y los resultados que obtuvimos de ella.

Esta, se hizo con la finalidad de conocer mas a fondo el como se lleva este proceso y deahi los beneficios que nos da, como el oxigeno que desprenden.

ANTICEDENTES

La fotosíntesis, es un proceso que se realiza en los cloroplastos de las plantas verdes; durante la fotosíntesis se utiliza energía luminosa para sintetizar materia orgánica a partir de otros compuestos: agua, dióxido de carbono, nitratos, sulfatos y fosfatos de manera que se transforma energía luminosa en energía química.

Las células fotosintéticas toman del medio, como nutrientes, materia inorgánica oxidada y, debido a la energía luminosa, convierten el dióxido de carbono en azúcares (glucosa) que se incorporan en las células.

El proceso de fotosíntesis consta de dos fases:

- Fotoquímica o luminosa: la planta requiere de luz, misma que absorbe y desprende oxígeno; y se produce en la parte externa de los tilacoides,
- Biosintética u oscura: En esta fase se utiliza la energía captada durante la fase luminosa de la fotosíntesis con el fin de recoger carbono, nitrógeno, azufre, fósforo... y constituir con estos elementos materia orgánica propia.

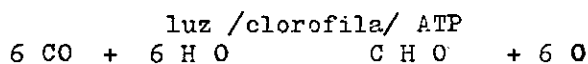
Los organelos responsables de realizar la fotosíntesis son los cloroplastos, localizados en las células de las hojas de los vegetales.

La fotosíntesis proporciona la energía de la cual se derivará toda la que necesitan los seres vivos.

Las plantas constituyen la base de las cadenas y pirámides alimenticias. Su papel como productoras es indispensable para que ocurran los procesos en los que intervienen los animales y humanos.

las plantas al aportar oxígeno a la atmosfera intervienen directamente en los procesos respiratorios de la mayoría de los organismos

La fotosíntesis se representa por la siguiente fórmula :



A consecuencia de la fotosíntesis, el contenido del protoplasma se condensa y por lo tanto su potencial osmótico aumenta también.

Material:

- . 3 plantas
- . 1 microscopio óptico
- . 2 porta objetos
- . 2 cubre objetos
- . yodo

Método:

I.

- 1.- Colocar una de las plantas en un lugar obscuro y regarla durante dos días.
- 2.- A otra de las plantas agregar agua y ponerla al sol durante dos días.
- 3.- A la tercera planta dejarla en un sitio obscuro y sin agua durante dos días.
- 4.- Después de cumplidos los dos días, observar las condiciones, físicamente de las plantas.

II.

- 5.- Después, poner un pedazo de hoja de la primera planta en un porta objetos, agregar yodo y colocar el cubre objetos.
- 6.- Colocar en el microscopio óptico y observar.
- 7.- Colocar un fragmento de la segunda planta, agregar yodo y poner el cubre objetos.
- 8.- Repetir el mismo proceso con la tercera planta.

Resultados:

Planta	Observaciones
1	La planta se encuentra en buen estado, un poco agachada pero conserva su color original, verde.
2	Esta planta conserva su color y está en muy <u>buen</u> estado.
3	Esta planta está agachada, marchita, demaciada seca y amarillenta.



1a planta (chispita)



2a planta
(niclecho)

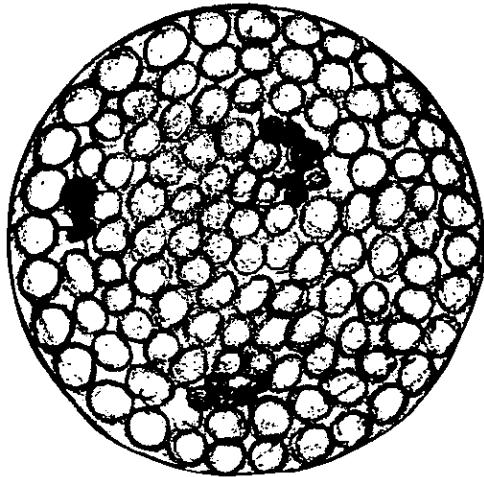


3a planta
(margarita)

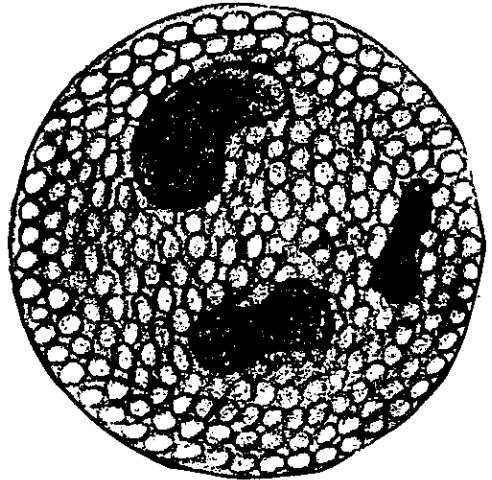
Planta

Observaciones

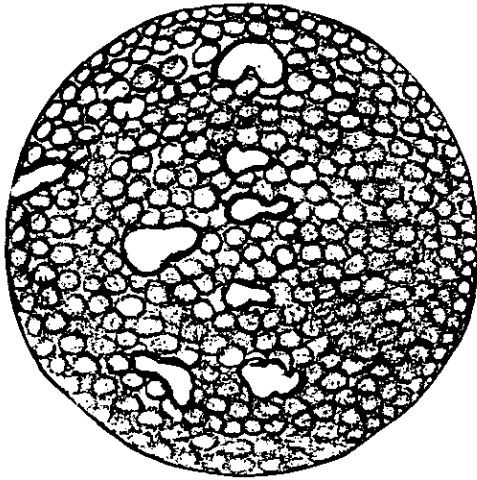
1. Se observa en el tejido de la planta un color verde claro y se observa una pigmentación color rojo.
2. Se veía que el tejido de la planta tenía un color verde claro, y se veían muy claros los cloroplastos.
3. Se podía ver el color amarillento del tejido de la planta y algunas pigmentaciones color anaranjado.



Planta 1



Planta 2 166



Planta 3

Análisis de resultados:

Sabemos que no hay presencia de almidón, de haberlo se observaría en el tejido un color azul o morado. Esto quiere decir que no se dio la síntesis de carbohidratos y no se produce trosa, o sea, el azúcar, ni hectosa y no se forma el almodón.

Por lo tanto se interrumpe el proceso de la fotosíntesis, pues el resultado de ésta es glucosa y oxígeno y la primera no llega a formarse pues no hay azúcares..

OBJETIVO : Demostrar que la presencia del sol es indispensable para que se lleve a cabo el proceso de la FOTOSINTESIS.

DISCUSION :

Ya contando con el objetivo teniamos que pensar en un experimento que mostrara esto, haci que a Valeria se le ocurrio que deviamos de poner una planta con agua y sol, y otra con agua pero sin la presencia del sol. Despues de analizarlo llegamos a el acuerdo de que deviamos utilizar cuatro plantas en las cuales dos de ellas se colocaran en un lugar donde les diera el sol pero una de ellas no devia de tener agua, por otro lado las dos restantes no devian estar expuestas a sol y por logica una de ellas no devia de tener agua.

Decidimos que la planta utilizada devia ser el helecho porque era el más facil de conseguir y el más barato. Pero solo se utilizo en uno de los procesos.

CONCLUSION :

Se llevo a la conclusion de que sin la presencia del sol no se produce el almidon en la planta y por lo tanto no se logra terminar el proceso de la FOTOSINTESIS. Al no efectuarse este proceso las plantas tienden a morir (se marchitan).

BIBLIOGRAFIA :

- Investigar y explicar los factores que influyen en la investigación.

Uno de los factores que influyeron fue, que utilizamos 3 tipos distintos de plantas, y debido a su diferencia no se pudo lograr el objetivo, observar los almidones.

Por ejemplo el helecho que nosotros utilizamos pertenecía a un área húmeda y sombreada, mientras que las otras dos pertenecían a áreas soleadas.

Esto se debe también a otro factor que es la síntesis de carbohidratos, debido a la falta de energía luminosa en las plantas, no se produjo azúcar y no se pudo terminar el proceso de fotosíntesis ya que esta da como resultado la glucosa (que es azúcar) y los carbohidratos.

Retomando lo dicho en el primer párrafo, no se pudo llegar al objetivo, porque no sabíamos la cantidad de luz y agua que requería cada planta.

- Como se extendería la investigación a otros conceptos.

Para que las plantas lleven a cabo la respiración es necesario tener luz y agua, pero como una no lo tenía, no se podía llevar a cabo esta.

La fotosíntesis es el proceso en el cual el dióxido de carbono y el agua se usan para formar glucosa.

La reacción se lleva a cabo con la presencia de clorofila y utiliza energía luminosa del Sol.

La energía radiante de la luz solar es ¹³⁰ convertida a energía química. Se almacena en las moléculas de glucosa como energía potencial química.

Entonces como nuestra planta no tenía estos elementos indispensables no se pudo concluir el proceso de fotosíntesis y como consecuencia al de respiración ya que esta es un proceso en donde la molécula

la de glucosa se descompone, liberándose la energía química que contiene.

En este proceso se liberan CO_2 y H_2O . Este es un proceso esencial, debido a que las células necesitan la energía que dicho proceso proporciona para poder vivir.

La luz es un punto importante. Debido a que la luz (energía radiante) se usa para hacer glucosa.

La clorofila actúa como una trampa de energía. Captura la energía radiante del Sol y la hace disponible para la producción de alimentos.

UNA NUEVA ESTRATEGIA O DISEÑO DE LA INVESTIGACION

En este experimento, cometimos alguna serie de errores, para poder llegar a nuestro objetivo, ya que nosotros queríamos observar que era lo que pasaba con una serie de plantas, donde se les iba a quitar algún medio indispensable así como la luz ó el agua, pero hubo una serie de errores tales como: no usar el mismo tipo de plantas y otro el principal creo que es el del tiempo ya que no fue el suficiente tiempo como para que a la planta le sucediera algo, para que tuviera algún efecto.

Lo que se puede hacer es comprar el mismo tipo de planta y dejarla más tiempo para que tenga algún efecto o le pase algo, creemos que podría tener efecto como en 1 semana completa ya que así se podría observar perfectamente que le pasaría a las plantas si no tienen luz, agua, luz y agua.

G. ANEXO 7 Ejemplo de un análisis de un postest.

Mar Arvizu Gloria

P1: La fotosíntesis es un proceso de tipo endergónico que se lleva a cabo en las plantas verdes y algunas bacterias.

P2: En las plantas verdes (la fotosíntesis) se lleva a cabo en presencia de un pigmento verde llamado clorofila.

P3: La fotosíntesis es un proceso de tipo oxido-reducción tiene dos fases una oscura y otra luminosa.

P4: En este proceso se da la liberación de oxígeno a través del rompimiento de la molécula de agua.

P5: En este proceso también se transforma energía luminosa en química.

Conceptos = 16 Relaciones lógicas = 11

d= C/R d= 16/11= 1.45

() Implícitos.

En la proposición 2 están implícitas las palabras (La fotosíntesis)

Conceptos del alumno

C1= Fotosíntesis	C2= Proceso	C3= Endergónico
C4= Plantas verdes	C5= Bacterias	C6= Pigmento verde
C7= Clorofila.	C8= Oxido-reducción	C9= Fases
C10= Oscura	C11= Luminosa.	C12= Oxígeno
C13= Molécula	C14= Agua.	
C15= Energía luminosa	C16= Química.	

Relaciones lógicas (alumno).

r1= Es un r1= Se lleva r3= Y r4= Se lleva
r5= Llamado r6= Es un r7= Y r8= Se da
r9= Liberación r10=Rompimiento r11= Se transforma

Núcleo conceptual

Profesor:

Alumno:

- | | |
|--------------------|------------------|
| - Proceso | - Fotosíntesis |
| - Agua | - Proceso |
| - CO ₂ | - Plantas verdes |
| - Oxígeno | |
| - Carbohidratos | |
| - ATP | |
| - NADPH | |
| - Energía luminosa | |
| - Fase luminosa | |
| - Fase oscura | |
| - Fotosíntesis | |

Densidad

Profesor:

Alumno:

d= 0.897

d= 1.45

Análisis de correspondencia

Correspondencia conceptual

- Conceptos idénticos

Fotosíntesis	Oxidorreducción	Energía luminosa
Proceso	Fase	Oxígeno
Clorofila	Molécula	Agua

- Conceptos equivalentes

Profesor	Alumno
Plantas	Plantas verdes
Bacterias fotosintéticas	Bacterias
Clorofila	Pigmento verde
Fase oscura	Oscura
Fase luminosa	Luminosa
Energía química	Química

- Conceptos alusivos

Correspondencia en relaciones lógicas.

Relaciones idénticas.

Profesor	Alumno
R1 Es un	r1, r5 Es un
R17 Rompimiento	r9 Rompimiento
R4 Y	r3, r6 Y
R2 Transformación	r10 se transforma
R16 Se da	r7 Se da
R19 Liberación	r8 Liberación

Relaciones equivalentes

Profesor	Alumno
R3 Ocurre	r2, r4 Se llevan

Correspondencia del núcleo conceptual

Conceptos idénticos

- Proceso

- Fotosíntesis

Análisis cuantitativo de la calidad del estudiante

La densidad del estudiante está en:

$d = 1.45$ que está localizada en el rango del Marco Referencial

Al analizar los valores de correspondencia conceptual, racional y el núcleo se obtiene:

a) $CC = 14/35 = 0.400 = M. Referencial$

b) $Cr = 6/12 = 0.5 = M. Conceptual.$

c) $c = 7/11 = 0.63 = M. Conceptual$

$q = CC \times Cr \quad q = 0.40 \times 0.5 = 0.2$

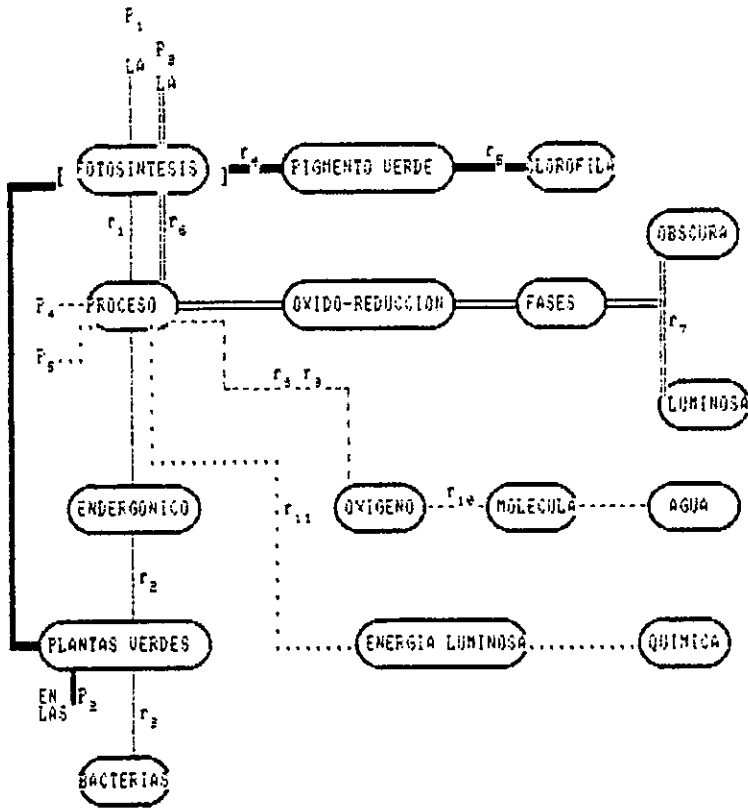
$Q = (q+c)/d \quad Q = (0.2 + 0.63)/1.45 = 0.572$

Calificación global = Marco Referencial.

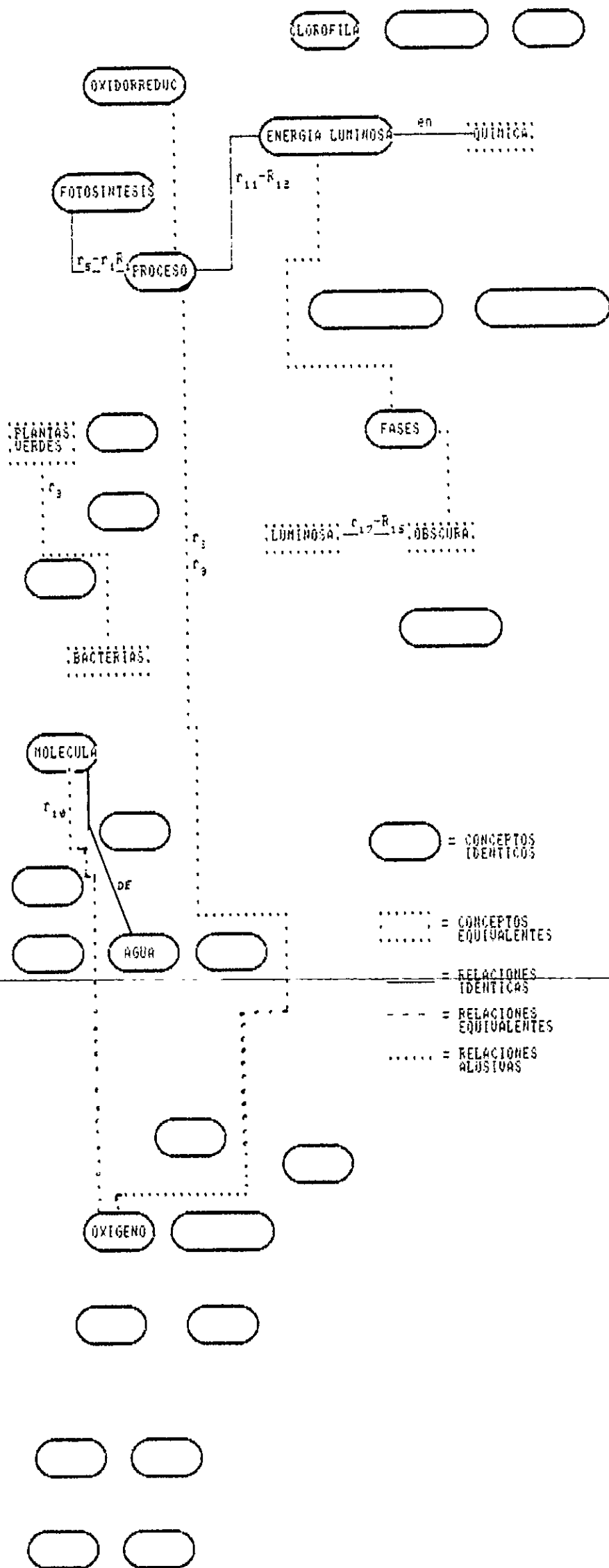
Al observar los resultados obtenidos en CC y Cr, se encuentra una diferencia entre los rangos obtenidos (heterogeneidad de rangos); como CC se encuentra en marco referencia y C en marco conceptual, son considerados rangos diferentes pero próximos; entonces la organización conceptual se ubica en el rango más bajo de los dos; por lo tanto se clasifica como Marco Referencial.

MAPA PROPOSICIONAL DEL ALUMNO (POSTEST)

MAR ARVIZU GLORIA



MAPA DE CORRESPONDENCIA CONCEPTUAL



H. ANEXO 8.

DIARIO DE LAS ACTIVIDADES.

CONCEPTOS USADOS POR ESTUDIANTES DE BACHILLERATO EN RELACIÓN A LA LUZ Y EL AGUA EN EL TEMA FOTOSINTESIS.

Actividades realizadas

El día 3 de diciembre de 1997, 16 alumnos de nivel bachillerato del 3er semestre; que cursaban la asignatura de biología I del nuevo plan de estudios contestaron el pretest.

En la aplicación se solicitó a los alumnos que leyeran las instrucciones de cada una de las preguntas y que contestaran individualmente su cuestionario sin realizar comentarios entre ellos; se explicó el objetivo del trabajo a realizar y que estas actividades no serían utilizadas para la evaluación del semestre.

Como ya se mencionó se aplicó el pretest el día 3 de diciembre de 1997 a las 13:00 hrs. los resultados obtenidos fueron analizados de la siguiente manera:

Primera pregunta: a través del Modelo de Análisis Proposicional (MAP), propuesto por los profesores Sara Gaspar y Miguel Angel Campos.

Preguntas restantes y textos: obtención de porcentajes y análisis de las ideas presentadas por los alumnos. La confrontación de ideas y exposición de acuerdo al pretest, se llevó a cabo el día 23 de febrero de 1998. La sesión se inició

a las 13:00 hrs. el grupo fue organizado por parejas y en algunos casos en grupos de 3 (dos equipos).

Al inicio se les dió la instrucción de analizar y comentar las respuestas que se presentaban en sus tests y se les pidió no hacer anotaciones en los tests; y que sus comentarios los escribieran en una hoja a parte.

Los equipos al iniciar la actividad no sabían como analizar sus respuestas, pensaban en complementarlas, se les explicó que el objetivo era saber el por qué de su respuesta. Los equipos al analizar las preguntas se mostraron al inicio nerviosos y titubearon un poco al dar sus puntos de vista, en general hubo participación de todos los integrantes a excepción de un equipo de tres alumnos, en donde uno de los integrantes no participaba o lo hacia forzado.

Para finalizar la sesión se les pidió una reflexión general a través de la pregunta:

¿Por qué consideras que es o no importante el estudio de la fotosíntesis?.

Después de realizar la confrontación se obtuvieron los porcentajes de cada una de las respuestas y el resultado del MAP, además se les entregó el material para la segunda fase (material introductorio-lecturas); y se les pidió que lo leyeran para que posteriormente se realizaran comentarios de las lecturas las cuales fueron:

Biología de Alexander (1992). Tema: "El proceso de la fotosíntesis".

Biología Moderna de Ondarza (1991). Tema: "fotosíntesis, fijación del CO₂ y del nitrógeno atmosférico".

Artículo de la revista Mundo Científico No. 144. "La producción de oxígeno en las plantas".

El día 25 de febrero se formaron equipos (3 a 6 integrantes); cuidando que tuvieran conocimiento de las lecturas, después de la integración se les pidió que comentarán entre ellos las lecturas, resaltando los siguientes puntos:

- a) Puntos principales que tratan.
- b) Conceptos que se manejan
- c) Si entendieron la lectura o no
- d) Opinión general.

Para esta actividad se les dio una hora.

Los alumnos entregaron por escrito los puntos anteriores, a uno de los equipos se le aclaró que no era un resumen, si no el análisis de la lectura. También se les pidió que realizaran un listado de conceptos, que los jerarquizaran y a partir de éstos, elaboraran un mapa conceptual; y que marcaran los que consideraban eran los más importantes. A partir de los resultados obtenidos se les pidió exponerlos ante el grupo.

Día 27 de febrero a partir de lo realizado anteriormente se les solicitó a los alumnos que contestarán las siguientes preguntas:

- a) ¿Es importante estudiar la fotosíntesis? esta pregunta se les dio anteriormente cuando se realizó la confrontación de

ideas: obteniéndose que ampliaron su respuesta en la segunda aplicación.

b) ¿La luz y el agua son importantes para el proceso de fotosíntesis? Si: No ¿por qué?. (éstos dos conceptos se presentaron en el pretest y se plantearon como: ¿Qué papel juega el agua en el proceso de fotosíntesis? y ¿Es indispensable la luz en la formación de alimento en las plantas? Si, No ¿Por qué?).

Y además se les solicitó diseñar un experimento en el cual comprobaran cualquiera de las tres opciones siguientes:

- a) Diseñar un experimento en el cual compruebes si es necesaria la luz en la fotosíntesis.
- b) Diseñar un experimento en el cual compruebes si es necesaria el agua en la fotosíntesis.
- c) ¿Cómo comprobarías que las plantas desprenden oxígeno?.

Algunos de los equipos plantearon iniciar su experimento ese día por la tarde.

Con relación al diseño del experimento se les pidió que eligieran cualquiera de los tres problemas planteados, algunos equipos plantearon repetir alguno de los experimentos realizados por un investigador en la historia, otros preguntaron que si el diseño era para ese día: se les indicó diseñar el experimento a partir de lo que han leído y que lo entregarán al final de la clase. Algunos preguntaban sobre su diseño y se notaba su desconcierto: ya que no sabían como

realizar el diseño y se les indicó que a partir de lo realizado comenzaran a plantear como resolverían cualquiera de las tres opciones.

El día 2 de marzo, los alumnos iniciaron sus experimentos y observaciones, cada equipo mencionó cual era la meta propuesta en su experimento (objetivos) y al finalizar leyeron sus resultados parciales, se solicitó su informe para el día 9 de marzo con los siguientes puntos: Título, Introducción y/o Antecedentes, Objetivo, Material y Método, Resultados, Análisis de resultados, Discusión, Conclusión y Bibliografía; además se les pidió incluir lo siguiente en su informe:

- Proponer o diseñar nuevas estrategias.
- Investigar y explicar los factores que influyeron en su experimento.
- Extender la investigación a otros conceptos.
- Explicación de los conceptos presentados.

Sin embargo se observó que no están acostumbrados a diseñar y elaborar sus propias investigaciones, aun leyendo los artículos antes de realizar el diseño, de los equipos que se formaron, uno de ellos es el que mejor funcionó en la investigación y se establecieron como equipo formal.

Día 4 de marzo, se realizó una recapitulación por parte del profesor y los alumnos sobre el tema.

Día 9 de marzo los alumnos expusieron sus resultados, se realizaron algunas preguntas como: ¿De dónde proviene la

molécula de oxígeno?, y entregaron su informe.

Un mes después (3 de abril) se aplicó el test final (postest) dando las indicaciones persistentes. los resultados se analizaron de la misma forma que el test anterior (pretest).

Para finalizar se realizó la evaluación de las actividades desarrolladas a lo largo de la investigación y se les presentó (a los alumnos). un resumen de los resultados obtenidos.

XII. BIBLIOGRAFIA.

- Abimbola, I. O. 1988. The problem of terminology in the study of student conceptions in science. Science Education. 72(2):175-184.
- Alexander, P. 1992. Biología. Prentice Hall. México. p.p 57-63.
- Anderson, C. W; T. H, Sheldon and J. Dubay. 1990. The effects of instruction on college nonmajors' conceptions of respiration and photosynthesis. Journal of Research in Science Teaching. 8(27):761-776.
- Andreo, C. S y R. H. Vallejos. 1984. Fotosíntesis. OEA. Washington, D. C.
- Arnon, D. I. 1960. El papel de la luz en la fotosíntesis. En: La célula viva. Scientific American
- Asimov, I. 1989. Breve historia de la Química. Alianza Mexicana. México.
- Astolfi, J.P. 1988. El aprendizaje de conceptos científicos: aspectos epistemológicos, cognitivos y lingüísticos. Enseñanza de las Ciencias. 6(2):147-155.
- Astudillo, P. H y A. M. Gene Duch. 1984. Errores conceptuales en biología. La fotosíntesis de las plantas verdes. Enseñanza de las Ciencias. pp. 15-16.
- Ausubel, D. P; J. D. Novak y H. Hanesian. 1983. Psicología educativa un punto de vista cognoscitivo. 2da edición. Trillas. México.

- Baker, J. J y G. Allen. 1970. Biología e Investigación Científica. Fondo Educativo Interamericano. México. p.p 159-194.
- Barker, M and C. Malcolm 1989. Teaching and learning about photosynthesis. Part I: An assessment in terms of students' prior knowledge. International Journal Science Education. 1(11):49-56.
- Barker, M. 1995. "A plant is an animal standing on its head". Journal of Biological Education. 29(3):201-208.
- Borjas, B. 1996. El docente como investigador. Revista de Pedagogía. No. 389:311-314.
- Caballer, M. J y I. Giménez. 1992. Las ideas de los alumnos y alumnas acerca de la estructura celular de los seres vivos. Enseñanza de las Ciencias. 10(2):172-180.
- Campos, M. A y Gaspar, S. 1996. El modelo de análisis proposicional: un método para el estudio de la organización lógico-conceptual del conocimiento. en: Campos, M. A y Ruiz, G. R. (eds). Problemas de acceso al conocimiento y enseñanza de las ciencias. Instituto de Investigaciones en Matemáticas Aplicadas y en Sistemas-UNAM. México. p.p 51-92.
- Colegio de Ciencias y Humanidades. 1996. Programas de Estudio para las asignaturas de biología I, II, III y IV. Unidad Académica del Ciclo de Bachillerato-UNAM.
- Criscuolo, F. G. 1987. ¿Pueden interpretarse las preconcepciones a la luz de las teorías del aprendizaje?.

Enseñanza de las Ciencias. 5(3):231-234.

- Cubero, R. 1994. Concepciones alternativas, preconceptos, errores conceptuales... Distinta terminología y un mismo significado?. Investigación en la Escuela. No 23: 33-42.
- Delval, J. 1985. Las ideas espontáneas de los alumnos en el aprendizaje de las ciencias: el caso de la luz. Revista de Educación. 278:119-131.
- De Posada, J. M. 1996. Hacia una teoría sobre las ideas científicas de los alumnos: influencia del contexto. Enseñanza de las Ciencias. 14(3):303-314.
- Devlin, R. 1982. Fisiología vegetal. 4ed. Omega. España. p.p 189-244.
- Díaz-Berriga, F y G. Hernández-Rojas. 1998. Estrategias docentes para un aprendizaje significativo. Una interpretación constructivista. McGraw-Hill. México.
- Driver, R. 1986. Psicología cognoscitiva y esquemas conceptuales en los alumnos. Enseñanza de las Ciencias. 4(1):3-15.
- Driver, R; E.Guesne y A. Tiberghien. 1989. Ideas científicas en la infancia y la adolescencia. Morata/ Mec.Madrid. pp.19-29.
- Duschl, R. A. 1991. Epistemological perspectives on conceptual change: Implications for educational practice. Journal of Research in Science Teaching. 28(9):837-858.
- Eisen, Y and R. Stavy. 1988. Students' understanding of photosynthesis. American Biology Teacher. 50:208-212.

- Elliott, J. 1990. La investigación-acción en educación. Morata. España.
- Fumagalli, L. 1993. El desafío de enseñar ciencias naturales. Troquel Educación. Argentina.
- Gabriel, M. L and Fogel, S. 1955. Great experiments in biology. Prentice-Hall. USA. p.p 152-184.
- Gagliardi, R. 1986. Los conceptos estructurantes en el aprendizaje por investigación. Enseñanza de las Ciencias. 4(1):30-35.
- Gagliardi, R y A. Giordan. 1986. La historia de las ciencias: una herramienta para la enseñanza. Enseñanza de las Ciencias. 4(3):253-258.
- Gagliardi, R. 1988. Cómo utilizar la historia de las ciencias en la enseñanza de las ciencias. Enseñanza de las Ciencias. 6(3):291-296.
- Gagné, D. E y L. J. Brigg. 1978. La planificación de la enseñanza. Sus principios. Trillas. México.
- Gallegos, C. L y M. E. J. Silis. 1992. Alternativas experimentales para la construcción del concepto de fotosíntesis. Enseñanza de las Ciencias. 10(3):341-343.
- García, H.J.L y C. Rodríguez de Avila. 1988. Ideas previas, esquemas alternativos, cambio conceptual y el trabajo en el aula. Enseñanza de las Ciencias. 6(2): 161-166.
- García, H. 1991. El investigador del fuego. Antoine L. Lavoisier. Pangea-Viajeros del Conocimiento. México.

- Geber, B. A. 1980. Piaget y el conocimiento. Estudios de epistemología genética. Paidós, España. pp. 13-21.
- Gil, P. D. 1985. El futuro de la enseñanza de las ciencias: Algunas implicaciones de la investigación educativa. Revista de Educación. No. 278:27-38.
- Gil, P. D. 1986. La metodología científica y la enseñanza de las ciencias. Unas relaciones controvertidas. Enseñanza de las Ciencias. 4(2):111-121
- Gil, P. D. 1987. Los programas guía de actividades: una concreción del modelo constructivista de aprendizaje en las ciencias. Investigación en la escuela. No 3:3-12.
- Giordan, A. 1982. La enseñanza de las ciencias. Siglo XXI. España.
- González, G. F. M. 1992. Los mapas conceptuales de J. D. Novak. Como instrumento para la investigación en didáctica de las ciencias experimentales. Enseñanza de las Ciencias. 10(2):148-158.
- Gorski, D. P y P.V. Kopnin. 1961. Pensamiento y lenguaje. Grijalbo, México. pp. 68-105.
- Guerra, G. M; I. Q. Amenta y Ma. de J. S. Segura. _____. Esquemas alternativos de estudiantes de educación media y superior sobre fotosíntesis. (Manuscrito).
- Gutiérrez, R. 1987. Psicología y aprendizaje de las ciencias. El modelo de Ausubel. Enseñanza de las Ciencias. 5(2):118-128.

- Haslam, F and D.F. Treagust. 1987. Diagnosing secondary students' misconceptions of photosynthesis and respiration in plants using a two-tier multiple choice instrument. Journal of Biological Education. 21(3):203-211.
- Hill, L. 1986. Teaching and the theory and practice of biology. Journal of Biological Education. 20 (2):
- Jiménez, A. P. 1987. Preconceptos y esquemas conceptuales en biología. Enseñanza de las Ciencias. 5(2):165-167.
- Jiménez, G. E; I. S. Martínez y N. M. Martínez. 1994. Problemas de terminología en estudios realizados acerca de <<lo que el alumno sabe>> sobre ciencias. Enseñanza de las Ciencias. 12(2):235-245.
- Lawson, A. E. 1988. The acquisition of biological knowledge during childhood: cognitive conflict or tabula rasa?. Journal of Research in Science Teaching. 25(3):185-199.
- Lazarowitz, R and S. Penso. 1992. High school student's difficulties in learning biology concepts. Journal of Biological Education. 26(3):215-223.
- Lecaille, C. 1994. El flogisto. Ascenso y caída de la primera gran teoría química. Ciencias. 34:4-10.
- Lucas, A. M. 1986. Tendencias en la investigación sobre la enseñanza/aprendizaje de la biología. Enseñanza de las Ciencias. 4(3):189-198.
- Lumpe, A. T and J. R. Staver. 1995. Peer collaboration and concept development: Learning about photosynthesis.

Journal of Research in Science Teaching. 1(32):71-98.

- Macias, A; C. I. Maturano y J. I. Castro. 1997. Evaluación de una experiencia de aula con un diseño basado en la teoría de la elaboración. Enseñaza de las Ciencias. 15(1):131-140.
- Marton, F. 1981. Phenomenography-describing conceptions of the world around us. Instructional Science. 10:177-200.
- Mathis, P y A. W. Rutherford. _____. La producción de oxígeno en las plantas. Mundo Científico. 144:240-247.
- Moreira, M. A y J. D. Novak. 1988. Investigación en enseñanza de las ciencias en la universidad de Cornell: esquemas teóricos, cuestiones centrales y abordajes metodológicos. Enseñanza de las Ciencias. 6(1):3-18.
- Morton, A. G. 1981. History of botanical. Science Academic Press. USA. p.p 1-28.
- Novak, J. D. 1976. Understanding the learning process and effectiveness of theaching methode in the classroom, laboratory and fiels. Science Education. 60(4):493-512.
- Nussbaum, J and S. Novick. 1982. Alternative frameworks, conceptual conflict and accomodation: Toward a principled teaching strategy. Instructional Science. 11:183-200.
- Ondarza, R. 1991. Biología Moderna. 9 ed. Trillas. México. p.p 174-188.
- Otero, J. 1985. El aprendizaje de los conceptos científicos en los niveles medio y superior de la enseñanza. Revista de Educación. 278:30-66.

- Pinto, R; J. Aliberas y R. Gómez. 1996. Tres enfoques de la investigación sobre concepciones alternativas. Enseñanza de las Ciencias. 14(2):221-232.
- Porlán. A. R. 1996. El maestro como investigador en el aula. Investigar para conocer, conocer para enseñar. Cero en Conducta. Nos. 42-43:80-90.
- Posner, G; K. Strike; P. Hewson and W. Gertzog. 1982. Accomodation of a scientific conception: toward a theory of conceptual change. Science Education. 66(2):211-217.
- Reif, F and J. L. Larkin. 1991. Cognition in scientific and everiday domains: comparation and learning implications. Journal of Research in Science Teaching.
- Remedi, V. 1979. aportaciones de la didáctica en la enseñanza superior. Sección formación docente. ENEP Iztacala. UNAM.
- Rodrigo Vega, M. 1992. Un ejemplo de investigación-reflexión en la formación de profesores. Revista de Educación. 299:335-350.
- Rubio, S. N. 1992. Materiales didácticos. Ciencia de la naturaleza y la salud. biología. Ministerio de Educación y Ciencia. Secretaria de Estado de Educación. España. p.p 15-21.
- Sampascual, M. G. 1982. Las pruebas objetivas. Un procedimiento para evaluar un rendimiento escolar. Anaya/2. España.

- Santelices. C. L. 1990. La comprensión de lecturas en textos de Ciencias Naturales. Enseñanza de las Ciencias. 8(1):59-64.
- Sigüenza, A. F y M. J. Sáez. 1990. Análisis de la resolución de problemas como estrategia de enseñanza de la biología. Enseñanza de las Ciencias. 8(3):223-230.
- Simpson, M and B. Arnold. 1982. Availability of prerequisite concepts for learning biology at certificate level. Journal of Biological Education. 16(1):65-72.
- Smith, E. L and C. W. Anderson. 1984. Plants as producers: a case study of elementary science teaching. Journal of Research in Science Teaching. 7(21):685-698.
- Storey, R. D. 1989. Textbook errors and misconceptions in biology: Photosynthesis. The American Biology Teacher. 5(51):271-274.
- UNESCO. 1980. Nuevas tendencias en la enseñanza de la biología. Vol IV. Francia.
- Varela. N. M. P y M. M. Martínez-Aznar. 1997. Una estrategia de cambio conceptual en la enseñanza de la Física: La resolución de problemas como actividad de investigación. Enseñanza de las Ciencias. 15(2):173-188.
- Waheed, T and A. M. Lucas. 1992. Understanding interrelated topics: Photosynthesis at age 14+. Journal of Biological Education. 26(3):193-199.
- Wandersee, J. H. 1985. Can history of science help science educators anticipate students' misconceptions?. Journal

of Research in Science Teaching. 7(23):581-597.

- Whittingham, C. P. 1976. El mecanismo de la fotosíntesis. H. Blume. España.