



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

MAESTRIA EN DOCENCIA PARA LA EDUCACIÓN MEDIA SUPERIOR

EL MAPA CONCEPTUAL COMO ESTRATEGIA DE APRENDIZAJE EN EL TEMA FOTOSÍNTESIS DEL PROGRAMA DE BIOLOGÍA EN EL COLEGIO DE CIENCIAS Y HUMANIDADES.

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN DOCENCIA PARA LA
EDUCACIÓN MEDIA SUPERIOR (BIOLOGÍA)
P R E S E N T A
BIÓL. DIANA MONROY PULIDO

**DIRECTOR(A) DE TESIS
DRA. ARLETTE LÓPEZ TRUJILLO**

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALA JUNIO, 2012



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

*“... no deis nunca por cerrado y por
concluido el saber humano, que es
camino abierto, continuo atisbo,
experiencia eterna...”*
Jaime Torres Bodet

A mi Padre Jehová por permitirme concluir este trabajo de tesis, por las bendiciones otorgadas y por el amor de mi familia. Gracias.

A mis padres Cristina y Cornelio por su gran apoyo, sabios consejos y bendiciones que siempre me han brindado, gracias por estar en cada momento de mi vida.

A mis hermanos Rosa Isela, Maribel, Cornelio, y sobrinos por su gran apoyo y cariño con quienes comparto este logro.

.

Agradecimientos:

Dra. Arlette López Trujillo por su gran apoyo, confianza y dirección brindada para la realización y conclusión del presente trabajo de tesis.

Dr. Jorge Ricardo Gersenowies por su conocimiento, y orientación otorgada para la conclusión del presente trabajo de tesis.

Comité tutorial, Dra. Norma Ulloa Lugo, Dra. Martha Diana Bosco y al Mtro. Alejandro Martínez Mena por sus valiosas observaciones y aportaciones que enriquecieron el presente trabajo.

Colegio de Ciencias y Humanidades plantel Azcapotzalco y Naucalpan por las facilidades otorgadas para la realización de este trabajo.

Profesores del CCH Angélica Espinosa Meneses y José Lizarde Sandoval por la orientación brindada para aplicar la estrategia.

Facultad de Estudios Superiores Iztacala y profesores de la MADEMS por haberme formado en sus aulas y brindado una educación de excelencia.

Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por el apoyo otorgado durante mis estudios de maestría (MADEMS).

Indice

Resumen.....	6
INTRODUCCIÓN	7
OBJETIVOS E HIPÓTESIS.....	9
JUSTIFICACIÓN.....	10
<i>El Colegio de Ciencias y Humanidades</i>	11
<i>La Biología en el Colegio de Ciencias y Humanidades</i>	11
CAPÍTULO I. LA ENSEÑANZA DE LA BIOLOGÍA	13
1.1 La biología como disciplina escolar.....	13
1.2 El papel de los conceptos en biología.....	14
1.3 La Enseñanza	15
1.4 Función Docente	16
1.5 Aprendizaje.....	18
1.6 Aprendizaje significativo	18
1.7 Evaluación	19
1.8 El conocimiento de las ideas previas	19
1.9 Algunas concepciones erróneas sobre el tema fotosíntesis	20
CAPITULO II. ESTRATEGIA DE APRENDIZAJE.....	24
2.1 Estrategias de aprendizajes.....	24
1.2 Una clasificación de las estrategias de aprendizaje	26
1.3 Organización y aprendizaje.....	28
CAPÍTULO III. EL MAPA CONCEPTUAL (MC)	30
3.1 Antecedentes	30
3.2 Definición de los MC.....	32
3.3 Elementos del MC.....	32
3.5 Cómo construir un MC.....	34

3.6 Evaluación de MC.....	37
3.7 Criterios de puntuación de los MC	39
3.8 Estudios previos con MC.....	41
CAPÍTULO IV. MÉTODO	50
4.1 Escenario de intervención.....	50
4.2 Participantes.....	50
4.3 Estrategia implementada.....	50
4. 4 Análisis de los datos.....	53
CAPITULO V. ANÁLISIS DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN	57
5.1 Análisis cuantitativo de los datos.....	57
5.2 Resultados de comparación inicial de la prueba de medianas y Kruskal-Wallis.	57
5.3 Resultado de la prueba mixta	58
5.4 Resultados de la prueba de comparaciones múltiples	59
6. Análisis cualitativo.....	63
6.1 Taxonomía Topológica.....	63
6.2 Aplicaciones de los MC	65
7. Conclusiones.....	74
ANEXOS	77
Bibliografía	101

Resumen

El presente trabajo propone el mapa conceptual como estrategia de aprendizaje en el tema fotosíntesis a nivel medio superior en un plantel del Colegio de Ciencias y Humanidades perteneciente a la Universidad Nacional Autónoma de México, con el fin de lograr las relaciones entre conceptos para una mayor comprensión. La estrategia se aplicó a 2 grupos que cursaban la asignatura de Biología III y un tercer grupo fue control. Se elaboró un cuestionario diagnóstico (pre-test) para conocer las ideas previas, se utilizó un manual para enseñar a los alumnos a elaborar mapas conceptuales y después de la intervención se aplicó un cuestionario final (pos-test) para conocer si existen diferencias significativas en cuanto a los conocimientos adquiridos. Con los datos obtenidos tanto del pre-test como del post-test se realizó un análisis cualitativo mediante la prueba de Kruskal-Wallis con la ayuda del programa STATISTICA versión 8.1, en el que se encontró que existen diferencias significativas entre pre y pos-test entre los grupos. Posteriormente, se realizó la prueba de comparaciones múltiples de los rangos medios (Kruskal-Wallis), los resultados muestran que los grupos entrenados con la estrategia presentaron una mayor diferencia en cuanto a los conocimientos adquiridos. Cualitativamente los mapas conceptuales fueron analizados mediante el nivel de taxonomía topológica el cual considera la complejidad estructural del mapa, los mapas elaborados por los alumnos presentaron un nivel 2 con un 22%, un nivel 3 con un 54%, un nivel 5 con un 24%, se encontró que existe dificultad para la jerarquización de conceptos, sin embargo, se observó que a través de la práctica y de un trabajo guiado puede mejorar la estructura. Se concluye que al elaborar mapas conceptuales se organizan diferentes conceptos que involucran un proceso, por lo que los alumnos al utilizarlos como estrategia de aprendizaje aprenden de mejor forma los aspectos involucrados en el proceso de fotosíntesis.

INTRODUCCIÓN

El conocimiento científico es parte esencial de la cultura de nuestro tiempo y del medio donde nos desenvolvemos constantemente. Por ello, la educación en sus diferentes fases, concibe el tema de las ciencias como una de las áreas básicas del currículum, tanto a nivel básico, como superior. Por lo que en la sociedad en donde la ciencia esta cada vez más presente en la vida cotidiana, parece necesario hacerla accesible a la mayor parte de los alumnos (Pozo y Gómez ,2001), implicando una necesidad apremiante de buscar alternativas para el acercamiento de los aprendices a los conceptos fundamentales de las ciencias (Zea, *et al.*, 2004). Sin embargo, se ha observado que a los alumnos se les dificulta establecer conceptos básicos firmes, y no establecen claramente las relaciones entre conceptos afines, por ello Joseph Novak (1988), recomienda el empleo de Mapas Conceptuales (MC) para ayudar a los alumnos a estudiar dichas relaciones. Los mapas conceptuales son un instrumento educativo que tienen por objeto representar relaciones significativas entre conceptos en forma de proposiciones (Novak y Gowin, 1988). Estos están basados en la teoría cognitiva del aprendizaje significativo¹ de Ausubel y colaboradores (1978), y se emplea como una estrategia cognitiva, para ayudar a los estudiantes a captar el significado de los conceptos que van a aprender, es decir, los MC establecen una representación clara y manifiesta de los conceptos y proposiciones que posee el alumno, y funcionan como una estrategia de enseñanza, aprendizaje o evaluación. Por lo anterior, la presente investigación utilizó los MC como estrategia de aprendizaje en el tema “Fotosíntesis” en la asignatura de Biología III del Colegio de Ciencias y Humanidades. La fotosíntesis como proceso metabólico, es un tema abstracto, que presenta dificultades especialmente en la comprensión de

¹Para Ausubel y colaboradores (1978), el aprendizaje significativo se produce cuando “*puede relacionarse, de modo no arbitrario y sustancial con lo que el alumno ya sabe*”. En otras palabras, un aprendizaje significativo es cuando se puede incorporar a las estructuras de conocimiento que posee el sujeto, es decir, cuando el nuevo material adquiere significado para el sujeto a partir de su relación con conocimientos anteriores.

conceptos (Aramburu, s/a; Astudillo y Gene, 1984; Rosas, 2000; Charrier, *et al.*, 2006; Jiménez, 2007).

En el capítulo I. Se explica la enseñanza de la biología, los conceptos en biología y en particular algunas concepciones erróneas encontradas en el tema fotosíntesis.

En el capítulo II. Sobre las estrategias de aprendizaje, su definición y su clasificación. También se explicará la importancia de la organización en el aprendizaje.

En el capítulo III. Se explican los elementos y características del MC, cómo se elabora, evalúa, y finalmente se presentan algunos trabajos realizados sobre MC en el área de la educación.

En el capítulo IV. Se presenta el método aplicado para la intervención en el aula, el escenario de intervención, el tipo de población y el procedimiento implementado para la instrucción en el aula del MC.

En el capítulo VI. Se muestran los resultados obtenidos después de la intervención, así como el análisis cuantitativo y cualitativo de los mismos.

Finalmente se presentan las conclusiones obtenidas después de la intervención.

OBJETIVOS E HIPÓTESIS

El objetivo general de este trabajo fue aplicar y analizar el mapa conceptual como estrategia de aprendizaje del tema fotosíntesis en el nivel medio superior en un plantel del Colegio de Ciencias y Humanidades.

En tanto que los objetivos particulares derivados del anterior fueron los siguientes:

- Identificar ideas previas sobre el tema fotosíntesis al inicio del proceso de aprendizaje.
- Utilizar los mapas conceptuales como estrategia de aprendizaje en el tema fotosíntesis.
- Determinar si existen diferencias significativas en los conocimientos obtenidos del tema fotosíntesis después de implementar el mapa conceptual como estrategia de aprendizaje.
- Evaluar si la estrategia implementada promueve el aprendizaje de conceptos del tema fotosíntesis, a través del análisis cualitativo y cuantitativo de los datos.

Hipótesis

Al elaborar mapas conceptuales se organizan diferentes conceptos que involucran un proceso, por lo que los alumnos al utilizarlos como estrategia de aprendizaje aprenderán de mejor forma las relaciones entre conceptos involucrados en el proceso de fotosíntesis.

JUSTIFICACIÓN

Los conceptos tienen un papel fundamental en la formación de las teorías biológicas. Sin embargo, se ha observado que a los alumnos no solo se les dificulta establecer conceptos científicos básicos firmes, sino que tampoco ven claramente la relación entre conceptos. Estos aprendizajes se producirán si se proporciona una ayuda adecuada mediante la participación del alumno en actividades intencionales, planificadas y sistemáticas, que logren propiciar las relaciones entre conceptos para una mayor comprensión. Por ello, la presente investigación propone aplicar el mapa conceptual (MC) como estrategia de aprendizaje, que propicie dichas relaciones.

El Colegio de Ciencias y Humanidades

El Colegio de Ciencias y Humanidades (CCH) tiene como propósito que sus estudiantes, al egresar, respondan al perfil determinado en su Plan de Estudios Actualizado (1996)... “*que sean sujetos y actores de su propia formación y de la cultura de su medio, capaces de obtener, jerarquizar y validar información, utilizando instrumentos clásicos y tecnologías actuales, y resolver con ella problemas nuevos*”. Se busca que el estudiante no solo sepa, sino que sepa y por qué sabe, es decir, que sea capaz de dar cuentas de las razones de la validez de su conocimiento y de los procesos de aprendizaje a través de los cuales los adquiere, sujetos poseedores de conocimientos sistemáticos y puestos al día en las principales áreas del saber, actitudes propias del conocimiento, de una conciencia creciente de cómo aprenden (CCH, 1996), en otras palabras, formar estudiantes “autónomos” de su propio conocimiento.

Para ello el CCH conceptualiza al docente como un facilitador, un mediador y estratega entre el alumno y el conocimiento, más allá de ser un transmisor de hechos y conceptos, tenga la habilidad de orientar la actividad mental constructiva de los alumnos (Díaz- Barriga y Hernández, 2005).

La Biología en el Colegio de Ciencias y Humanidades

La Biología en el CCH tiene como finalidad contribuir, junto con el resto de las asignaturas del Plan de Estudios, a que alumno adquiera una cultura básica² de carácter humanístico y científico. El Colegio de Ciencias y Humanidades tiene en su Plan de Estudios (1996) cuatro cursos de Biología, Biología I y II tronco común y Biología III y IV optativos. *El enfoque disciplinario* que se propone para las asignaturas de Biología III y IV es dar un enfoque integral de la biología, teniendo como eje estructural la biodiversidad y ejes complementarios el pensamiento

² Cultura básica se entiende como el conjunto de principios y elementos productores de saber y hacer, cuya utilización permite adquirir mayores y mejores conocimientos y prácticas. Planteado así, la cultura básica no es el aprendizaje de datos y conceptos solamente, sino la adquisición de las bases metodológicas para acceder y aplicar esos conocimientos. Ejemplos de lo que representa la cultura básica en las distintas asignaturas son habilidades o competencias para buscar y analizar información, interpretar texto y comunicar sus ideas, entre otros (CCH, 1996).

evolucionista, el análisis histórico, las relaciones ciencia-sociedad y tecnología y las propiedades de los sistemas vivos.

El enfoque didáctico. Indica que en el presente, los conocimientos son tantos y variados que no es posible saturar a los alumnos de contenidos conceptuales, por ello es indispensable promover el desarrollo de habilidades, actitudes y valores que les permiten tener acceso a la información científica. Esto implica que a través de estrategias educativas se apliquen habilidades que se requieren para buscar, seleccionar, organizar, e interpretar información de diferentes fuentes, reflexionar acerca de ella y emitir juicios o puntos de vista (CCH, 1996).

Los cursos de Biología III, pretenden la *“formación a través de la adquisición de conceptos y principios propios de la disciplina, así como el desarrollo de habilidades, actitudes y valores que le permitan enfrentar con éxito los problemas relativos al aprendizaje de nuevos conocimientos en el campo de la biología. Se busca enfatizar las relaciones sociedad-ciencia-tecnología para que pueda desarrollar una ética de responsabilidad individual y social”* (CCH, 1996). Se pretende que no solo el alumno aprenda acerca de los sistemas vivos, sino también contribuir a la formación de sujetos con actitudes y valores que le permitan tener un mejor desarrollo en su contexto.

En cuanto a la asignatura de Biología III se imparten contenidos enfocados a analizar el papel del metabolismo que le permitirán al alumno explicar la diversidad de los sistemas vivos y su importancia (Anexo 1).

CAPÍTULO I. LA ENSEÑANZA DE LA BIOLOGÍA

1.1 La biología como disciplina escolar

La educación en sus diferentes fases, concibe el tema de las ciencias como una de las áreas básicas del currículum, tanto a nivel básico, como superior, implicando una necesidad apremiante de buscar alternativas para el acercamiento de los aprendices a los conceptos fundamentales de las ciencias (Zea, *et al.*, 2004). Por lo que en una sociedad en donde la ciencia está cada vez más presente en la vida cotidiana, parece necesario hacerla accesible a la mayor parte de los alumnos (Pozo y Gómez, 2001). No obstante, de acuerdo a un estudio realizado por Tirado y López (1994) sobre la comprensión y apropiación de conocimientos básicos de biología indica que el rendimiento del sistema educativo es muy pobre; y que buena parte de este problema se debe a la manera en que se presenta el conocimiento al estudiante, es decir, se enseña información de manera enciclopédica, aislada, desarticulada de un contexto general de integración que le de congruencia, que permita desarrollar un significado (y significación global) holístico³.

Carretero (1994) menciona que la forma de aprender ciencia requiere que los alumnos a lo largo de los cursos, profundicen en el conocimiento de la realidad en campos definidos, es decir, promover y establecer relaciones entre campos aparentemente desligados, como las ciencias y las humanidades. Por ello, los cursos de biología deben proporcionar a los alumnos una cultura biológica básica que incorpore las teorías fundamentales, habilidades y actitudes requeridas para tener acceso a la información y aplicarla en los problemas cotidianos. Además Campanario y Moya (1999) dicen que la esencia de la orientación científica escolar se encuentra en el cambio de un pensamiento y acción basados en que los estudiantes desarrollen habilidades creativas y críticas, en razonamientos en

³ Holístico entiéndase como la concepción de la realidad como un todo unitario y dinámico en sí mismo y no como consecuencia de la suma de sus diferentes partes que lo componen, explicación de la realidad como una unidad o totalidad. Integración total frente a un concepto o situación (Diccionario de las ciencias de la Educación, 1995).

términos de hipótesis que tendrán que fundamentar, someter a prueba, reflexionar acerca de los resultados y buscar la coherencia global.

Desde el punto de vista de Novak (1988) los conceptos que constituyen una disciplina juegan papel importante en la aplicación de los métodos para lograr conocimiento nuevo en una disciplina, y son parte de la planeación de la enseñanza en la estructura conceptual. Los conceptos representan un papel central en la conducta humana racional por lo tanto el aprendizaje del concepto debe ser el foco de atención en la enseñanza de la biología, para organizar los hechos conocidos y permitir la comprensión de la forma en que funcionan los sistemas vivientes.

Por lo anterior es importante que en el proceso de enseñanza-aprendizaje se establezca una relación de conceptos básicos firmes, que permitan al alumno abordar y ampliar nuevos conocimientos. A continuación se explica brevemente el papel de los conceptos en el estudio de la biología.

1.2 El papel de los conceptos en biología

El termino concepto es utilizado por lo general para referirnos a ideas que nos dan una representación mental de un fenómeno u objeto que nos rodea Novak (1978). Mayr (1998) menciona que los conceptos juegan un papel fundamental en la formación de las teorías biológicas. En cada campo de la biología hay una serie de conceptos específicos, por ejemplo: población, especie, selección, adaptación, célula, fotosíntesis, mutación, antígeno, clonación, y el desarrollo de algunos de ellos ha resultado crucial en la construcción de las respectivas explicaciones.

Para Novak (1978) un *“concepto es una descripción de una regularidad entre hechos u otros conceptos, en donde un hecho es definido como un registro de acontecimientos”*, para él los conceptos representan un papel central en la conducta humana y su aprendizaje debe ser el punto de atención de la enseñanza. Además Novak (1978) menciona que si la ciencia está reconocida como conjuntos cambiantes de conceptos, que guían tanto nuestros métodos de indagación como la interpretación de nuestros logros, debiera ser la enseñanza de la ciencia enfocada al aprendizaje de conceptos.

Los conceptos e ideas básicas son parte del conocimiento que constituye una parte importante de la asimilación⁴, ya que la comprensión y resolución significativa de problemas es en gran parte de la disponibilidad de estos en la estructura cognitiva del alumno. Además menciona que a muchos alumnos no sólo les resulta difícil establecer conceptos básicos firmes, sino que tampoco ven claramente los vínculos entre conjuntos de conceptos afines, por ello Joseph Novak (1988), recomienda el empleo de Mapas Conceptuales (MC) para ayudar a los alumnos a estudiar dichas relaciones. De acuerdo a (Novak 1978), la elaboración de estos mapas pide al estudiante la construcción de relaciones lógicas entre hechos, conceptos y actividades, lo que le obliga a realizar conexiones entre todo aquello que en los libros se presenta como secuencias lineales; por lo tanto, si lo que se pretende en la enseñanza es algo más que aprender una secuencia lineal, los MC deben ser un instrumento imprescindible en la enseñanza de las ciencias (Barberá, 1992).

Al respecto el aprendizaje de conceptos científicos es considerado como un cambio conceptual y se produce cuando se establece un conflicto entre la estructura cognitiva del alumno y la nueva información (Posner, *et al.*, 1982). Sin embargo, el cambio conceptual puede ser un proceso a largo plazo, y permite que las concepciones de los alumnos evolucionen hasta coincidir con las teorías científicas. De acuerdo con estos planteamientos, el conocimiento de las ideas previas de los alumnos y su evolución constituye un factor fundamental en el proceso de enseñanza-aprendizaje (Barandiaran, 1988).

1.3 La Enseñanza

Hasta aquí se abordó que son los conceptos y su importancia en la enseñanza pero que es la enseñanza según (Klauner,1985 en Estebaranz,1999) se define como “*una actividad interpersonal dirigida hacia el aprendizaje de una o más personas*”, es una *actividad* en la cual, lo propio es ser un medio facilitador del

⁴ Entendiendo por asimilación, la integración de elementos nuevos con los ya existentes (Ausubel *et al.*, 1978).

aprendizaje, se dice que es *intencional*, porque la intención de la enseñanza es lograr algún cuerpo de aprendizaje sobre el objeto de estudio, es una actividad *interpersonal*, porque la enseñanza es parte de un proceso de interacción entre personas, esto es entre el docente y el alumno, en otras palabras, la enseñanza es una actividad intencional, planteada para dar lugar al aprendizaje de los alumnos. Esto implica la interacción entre el docente, el contenido, el alumno, las estrategias y objetivos, para propiciar el aprendizaje esperado.

Desde esta perspectiva el docente no debe ser visto como un transmisor del conocimiento si no como guía del aprendizaje. Cuya función es proporcionar a los alumnos las experiencias de aprendizaje que le permitan no solo adquirir nuevos conocimientos, sino favorecer el desarrollo de habilidades intelectuales, que permitan al alumno adquirir y organizar información por su cuenta (CCH, 1996).

1.4 Función Docente

En la actualidad la función docente juega un papel fundamental en el desarrollo integral del alumno, para ello es necesario que facilite y guíe el aprendizaje considerando los conocimientos previos, intereses, expectativas, motivaciones, experiencias y contexto de los alumnos, la elección e implementación de estrategias y los recursos didácticos pertinentes y eficaces para favorecer el logro de los aprendizajes, y una planeación y evaluación permanente de los avances de los alumnos. Es importante que el docente oriente a los alumnos hacia la comprensión y el análisis de la realidad.

En este sentido la conceptualización del docente se concibe como un facilitador, un mediador y estrategia entre el alumno y el conocimiento, más allá de ser un transmisor de hechos y conceptos, debe tener la habilidad de orientar la actividad mental constructiva de los alumnos (Díaz- Barriga y Hernández, 2005).

Según Furlán (1978) el proceso de enseñanza incluye los siguientes puntos:

- Organiza la estructura conceptual y metodológica de la materia, es decir, el docente selecciona y organiza conceptos básicos, principios y leyes que juzgue esenciales deban aprenderse, de acuerdo al programa de estudios.

- Considera la estructura cognitiva del alumno, es decir, deberá adaptar el material de acuerdo al nivel de los alumnos ajustada a sus capacidades y conocimientos previos.
- Controla y evalúa el progreso del alumno.

Para ello el docente tiene que sistematizar su práctica docente, llevando a cabo de manera cotidiana la planeación, programación y evaluación de su que hacer docente, acorde a los planes y programas institucionales, propiciar la interacción dinámica del alumno con los contenidos y en los diversos contextos en los que se desenvuelven en forma individual y colaborativo, en otras palabras, crea las condiciones y ofrece acompañamiento oportuno para que sean los alumnos quienes construyan sus conocimientos. Bajo esta conceptualización el alumno es el centro del proceso educativo, y se busca estimular su autonomía.

Por lo anterior la planeación según Furlán, (1978) constituye la puesta en marcha de una estrategia de trabajo docente, es el conjunto de acciones integradas para facilitar el aprendizaje del alumno y lograr los propósitos esperados en un tiempo determinado.

Todos los docentes tenemos cierta planificación –implícita o explícita que orienta y guía el trabajo en el aula. En esta etapa se hace una visión de la secuencia de tareas según los objetivos planteados, concretando los contenidos que se utilizarán, decidiendo la metodología a la que recurriremos estableciendo las estrategias y técnicas con que evaluaremos tanto el proceso como los resultados (Carvajal, et al, 1996).

También debe ser contextualizada y flexible, con capacidad de atender la diversidad e integrar aspectos no previstos. Por todo esto la planeación se justifica por los siguientes motivos (Carvajal, *et al.*, 1996):

- Para eliminar la improvisación, la espontaneidad irreflexiva y la actividad por la actividad en un sentido negativo.
- Para evitar lagunas y saltos injustificados, programas incompletos e inconexos.
- Para reducir la dependencia de trabajo en el aula de diseños externos y materiales estándares descontextualizados.

La planeación debe dar respuesta a las cuestiones curriculares, es decir: ¿qué enseñar? (propósitos y contenidos), ¿cuándo enseñar? (la secuencia didáctica al inicio de un curso, unidad, un aprendizaje o una clase), ¿cómo enseñar? (actividades, estrategias, materiales y recursos didácticos) y finalmente la evaluación (Carvajal, *et al.*, 1996).

1.5 Aprendizaje

Como se menciona es de gran importancia la planeación para el logro de los aprendizajes esperados. El Aprendizaje⁵ se define como un proceso mediante el cual un sujeto adquiere destrezas o habilidades prácticas, incorpora contenidos informativos, o adopta nuevas estrategias de conocimiento y/o acción (Diccionario de las ciencias de la Educación, 1995).

Para Ausubel y colaboradores (1978) de todos los factores que influyen en el aprendizaje, el más importante consiste en lo que el alumno ya sabe⁶. Por lo que se debe averiguar ese conocimiento y enseñar consecuentemente para propiciar un aprendizaje significativo relacionado de manera lógica la información nueva con los conceptos ya existente en la mente de quien aprende.

1.6 Aprendizaje significativo

Aunque se trata de un término de popularidad reciente, su origen se sitúa años atrás entre 1963-1968 cuando Ausubel lo acuñó para definir lo opuesto al aprendizaje repetitivo, para este autor y para sus seguidores, la significatividad del aprendizaje se refiere a la posibilidad de establecer vínculos sustantivos y no arbitrarios (al pie de la letra) entre lo que hay que aprender, el nuevo contenido y lo que se sabe, es decir lo que se encuentra en la estructura cognitiva de la

⁵ Aprendizaje Es importante distinguir entre *aprendizaje* (entendido como los procesos que se producen en el sistema nervioso del sujeto) y la *ejecución* o puesta en acción de lo aprendido (que es la conducta que realiza el sujeto, que a través del cual se comprueba que se ha producido el aprendizaje) (Diccionario de las ciencias de la Educación, 1995). Aunque existen varias definiciones de aprendizaje, todas incluyen la idea de que el aprendizaje es un cambio en la conducta de un organismo, que resulta de la experiencia anterior (Novak, 1978).

⁶ Averiguar lo que el alumno ya sabe significa identificar aquellos elementos existentes en el repertorio de conocimientos del alumno que sean relevantes para lo que se espera enseñar, es decir, identificar los conceptos inclusivos pertinentes que existen en la estructura cognitiva del alumno (sus ideas previas) (Ausubel, *et al.*, 1978).

persona que aprende, sus conocimientos previos. Aprender significativamente quiere decir poder atribuir significado al material de objeto de aprendizaje, dicha atribución solo puede estructurarse a partir de lo que ya se conoce. El aprendizaje significativo supone siempre su revisión, modificación y enriquecimiento estableciendo nuevas conexiones y relaciones entre ellos, con lo que se asegura la funcionalidad y comprensión de los contenidos aprendidos (Ausubel, *et al*, 1978).

1.7 Evaluación

Por lo anterior, es de gran importancia evaluar el proceso de enseñanza-aprendizaje para conocer los logros alcanzados. El cual sirve para retroalimentar el proceso de la práctica docente en las actividades a desarrollar y los resultados del proceso (Carvajal, *et al.*, 1996). Así mismo se propone evaluar no solo los productos finales sino el proceso de enseñanza-aprendizaje y se debe de trabajar en los siguientes momentos o modalidades (CCH, 1996):

- Evaluación Diagnóstica: Se aplica al inicio del curso o temática, servirá para identificar los conocimientos previos de los alumnos da información útil, para implementar la estrategia más pertinente y alcanzar los aprendizajes esperados o metas.
- Evaluación Formativa: pretende detectar oportunamente los avances que el alumno va logrando en su proceso de aprendizaje, para considerar la eficiencia y eficacia de estrategias y recursos didácticos implementados. Para ello es importante la observación y registro de evidencias que proporcionen información veraz en el logro de aprendizajes significativos.
- Evaluación Sumativa: Se aplica al final del curso o temática y se valora el nivel de dominio que el alumno ha logrado en su proceso aprendizaje.

1.8 El conocimiento de las ideas previas

De acuerdo al proceso de evaluación mencionado es importante detectar las ideas previas. A partir de esto 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, Química y Biología (Serrano, 1987; Furió, *et al.*, 1993), así como la caracterización de sus propiedades para llevar a cabo una mejor fundamentación de las estrategias didácticas (Pinto, *et al.*, 1996).

De lo anterior se ha observado que el conocimiento viene 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 difundido y cambiante en donde participa gran parte de la población, la cual no es consciente de la producción de conocimiento (Gagliardi y Giordan, 1986).

Esto da como resultado la formación de conceptos científicos y cotidianos que de acuerdo con Vigosky (en Rosas, 2000) son utilizados según el contexto que se requiera, los conceptos cotidianos surgen espontáneamente desde la niñez y son parte de las reflexiones basadas de las experiencias inmediatas, mientras que los científicos poseen una estructura formal, lógica y coherente.

El conocimiento previo que poseen los estudiantes sobre una ciencia ha sido reconocido como un factor conceptual importante para la comprensión de nuevos conocimientos, tal es el caso del concepto de fotosíntesis, requiere de conocimientos de física (óptica), tener idea de estequiometría y de análisis químicos (Rosas, 2000).

1.9 Algunas concepciones erróneas sobre el tema fotosíntesis

A continuación se describen algunas concepciones erróneas sobre este tema. Rosas (2000) menciona que a lo largo del proceso de enseñanza-aprendizaje los alumnos se enfrentan en diversos niveles escolares a la adquisición de 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 aumentado el interés por los problemas de aprendizaje de conceptos.

Problemas que se han enfocado 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.

Dentro de la Biología el tema fotosíntesis presenta dificultades en la enseñanza como para su aprendizaje, la más común es la presencia de errores conceptuales, que da como resultado una defectuosa comprensión del tema que se ve reflejado en las ideas presentadas por los alumnos. Sólo manejan conceptos aislados que, a la hora de relacionarlos con otros, no poseen coherencia con el conocimiento científico que debería tener (Rosas, 2000).

De acuerdo al estudio bibliográfico realizado por Charrier y colaboradores (2006) las concepciones erróneas que se presentan en el aprendizaje del tema *fotosíntesis son las siguientes:*

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

f) Los gases necesarios para la fotosíntesis son absorbidos por las raíces y tallos, no por las hojas.

g) Confunden fotosíntesis con respiración.

Esta revisión permitió comprobar que existen dificultades en la comprensión del proceso, muchas de las cuales persisten luego de recibida la instrucción, así como la aparición de nuevas dificultades como resultado de la misma. Los mismos autores indican que las dificultades tienen muchos y variados orígenes: los docentes, los diseños curriculares, los libros de texto, entre otros.

En otro estudio realizado por Austudillo y Gene (1984) en la Escuela del Magisterio de Lleida, Barcelona sobre la presencia de errores conceptuales en el tema de Fotosíntesis, con base en un cuestionario con preguntas básicas sobre el tema el cual fue aplicado a 74 alumnos (futuros profesores de la Escuela General de Bachillerato en el área de las Ciencias). Los datos obtenidos de los cuestionarios muestran graves deficiencias en sus conocimientos. Se cuestionó sobre los factores que consideraran imprescindibles para que se realice el proceso de la fotosíntesis. Los factores no considerados fueron los siguientes:

- Luz 13.4%
- CO₂ 44.4%
- Clorofila 41.4%
- Agua 74.7%
- Sales minerales 89.4%

En la misma investigación marcan los productos no considerados por los alumnos en el tema fotosíntesis los cuales son los siguientes:

- Oxígeno 28%
- Hidratos de carbono 70.7%
- Energía (ATP) 80%

Productos considerados erróneamente:

- Agua 28%
- CO₂ 21%

Alumnos que consideran correcta la afirmación:

- La fotosíntesis en las plantas el proceso equivalente a la respiración en los animales 60%
- Las plantas mientras realizan la fotosíntesis no respiran 32%
- Las plantas realizan la fotosíntesis durante el día y respiran por la noche 46%

Los resultados obtenidos del cuestionario así como su análisis muestran la existencia de graves errores conceptuales en un tema básico como es el de la fotosíntesis en los alumnos de Ciencias de la Escuela de Magisterio de Lleida, Barcelona.

Otro estudio realizado por Rosas (2000) en alumnos del CCH pertenecientes a la UNAM indica que las concepciones erróneas presentes en el aprendizaje del tema *fotosíntesis son las siguientes:*

- Consideran al CO_2 como un producto del proceso y no como un requerimiento.
- No tienen claro la función de la luz.
- Confunden el término fosforilación con el de fotólisis.
- La fotosíntesis es un proceso mediante el cual las plantas respiran.
- Consideran a la fotosíntesis y la respiración como procesos equivalentes.
- Considera falso que la fotosíntesis se lleve a cabo con luz artificial como con luz solar.
- No consideran al ATP y al NADPH H^+ como productos resultantes de la fase luminosa.
- Consideran que la fotosíntesis es realizada solo por plantas superiores.

CAPITULO II. ESTRATEGIA DE APRENDIZAJE

Las teorías del aprendizaje se orientan cada vez más al análisis de la interacción de los materiales de aprendizaje con los procesos psicológicos por parte del sujeto. Paralelamente, los docentes han ido descubriendo que su labor no debe de ir dirigida sólo a proporcionar conocimientos y asegurar ciertos productos, sino que debe fomentar los procesos para alcanzar estos productos a través de las estrategias de aprendizaje (Pozo, 1990). El dominio de estrategias de aprendizaje posibilita al alumno planificar y organizar sus propias actividades de aprendizaje. Las técnicas o procedimientos que forman parte de estas estrategias se conocen como hábitos de estudio e incluyen una gama de destrezas específicas, que permiten al alumno mejorar su aprendizaje. Engloban todo un conjunto de procedimientos que los estudiantes ponen en marcha cuando se enfrentan a una instrucción escolarizada con el fin de aprender ciertos contenidos (Díaz-Barriga y Hernández, 2005).

2.1 Estrategias de aprendizajes

De acuerdo a Díaz-Barriga y Hernández (2005) una estrategia de aprendizaje es *“un procedimiento (conjunto de pasos o habilidades) que un alumno adquiere y emplea de forma intencional como instrumento flexible para aprender significativamente, solucionar problemas y demandas académicas”*. De acuerdo a Díaz-Barriga (1993) la ejecución de las estrategias de aprendizaje tiene tres rasgos característicos:

- a) La aplicación de las estrategias es controlada y no automática; requieren necesariamente la toma de decisiones, una actividad previa de planificación y un control de su ejecución.
- b) La aplicación experta de las estrategias de aprendizaje requiere de una reflexión profunda sobre el modo de emplearlas. Es necesario que se dominen las secuencias de acciones e incluso las técnicas que las constituyen y que sepa además cómo y cuándo aplicarlas flexiblemente.

- c) La aplicación de las mismas implica que el aprendiz aprenda a discernir y seleccionar inteligentemente entre varios recursos y capacidades que tenga a su disposición., por lo cual se utiliza una actividad estratégica que esta en función de las demandas contextuales determinadas y de la consecución de ciertas metas de aprendizaje.

Según Díaz-Barriga y Hernández (2005) las Estrategias de Aprendizaje tienen los siguientes elementos:

- Son procedimientos.
- Pueden incluir varias técnicas, operaciones o actividades específicas.
- Persiguen un propósito determinado: el aprendizaje de un tema y la solución de problemas académicos y/o aquellos otros aspectos vinculados con ellos.
- Son más que hábitos de estudio, porque se realizan flexiblemente.
- Pueden ser abierta (públicas) y o encubiertas (privadas).
- Son instrumentos socioculturales aprendidos en contextos de integración con alguien que sabe más.

En otras palabras, las estrategias de aprendizaje son los recursos que un estudiante maneja para aprender mejor, una estrategia puede utilizarse conforme a un procedimiento en una situación y de manera más flexible en otra. Considero en la medida en que los estudiantes adquieran y desarrollen estrategias de aprendizaje y habilidades cognitivas⁷, el proceso de aprendizaje será más satisfactorio. Por ello que es de gran importancia ofrecer al alumno el manejo de las estrategias que le permitan tomar conciencia del proceso de su aprendizaje de tal manera que sea capaz de controlar y regular su aprendizaje, para favorecer su autonomía.

⁷ Habilidades Cognitivas. Son operaciones del pensamiento por medio de las cuales el sujeto puede apropiarse de los contenidos y del proceso que uso para ello. Son un conjunto de operaciones mentales cuyo objetivo es que el alumno integre una estructura de conocimiento que tenga sentido para él. Pone en marcha habilidades como: observación, clasificación jerárquica, interpretación, organización, selecciona, entre otros (Diccionario de las ciencias de la Educación, 1995).

1.2 Una clasificación de las estrategias de aprendizaje

De acuerdo a Díaz-Barriga y Hernández, (2005) las estrategias de aprendizaje pueden clasificarse en función de que tan generales o específicas son, del dominio de conocimiento donde se aplican, de su finalidad, y del tipo de aprendizaje que favorecen (asociación o reestructuración). La tabla 1 establece una clasificación de las estrategias de aprendizaje de acuerdo al tipo de aprendizaje que favorecen (Pozo, 1989, en Coll, *et al.*, 1996).

Tabla 1. Una clasificación de las estrategias de aprendizaje (Pozo, 1989, según Coll, *et al.*, 1996).

Tipo de aprendizaje	Estrategia de aprendizaje	Finalidad u objetivo	Técnica o habilidad
Por asociación	Repaso	Repaso simple	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Repetir
		Apoyo al repaso (seleccionar)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Subrayar ▪ Destacar ▪ Copiar
Por reestructuración	Elaboración	Simple (significado simple)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Palabra clave ▪ Imagen ▪ Rimas y abreviaturas ▪ Códigos
		Compleja (significado interno)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Formar analogías ▪ Leer textos
	Organización	Clasificar	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Formar categorías
		Jerarquizar	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Formar redes de conceptos ▪ Identificar estructuras ▪ Hacer mapas conceptuales

Estrategias asociativas

El aprendizaje *por asociación* es cuando el sujeto adquiere una copia o reproducción más o menos elaborada de la realidad. Entre las estrategias asociativas es el repaso, el cual consiste en recitar y nombrar la información una y otra vez. En los modelos estructurales de la memoria se establecía que el repaso no solo permitía mantener más tiempo la información en la memoria a corto plazo (por ejemplo, repasar un número de teléfono), sino que también facilita el paso de

esa información a la memoria a largo plazo y su posterior recuperación, posiblemente debido a que ha recibido un mayor y tal vez más profundo procesamiento (así alguno de nosotros aún recordamos algunas canciones escolares aprendidas en la infancia, símbolos químicos, tablas de multiplicar), el repaso es una estrategia eficaz cuando los materiales carecen de significado, ya sea, lógico o psicológico, según en los términos de Ausubel (Pozo, 1989 en Coll, *et al.*, 1996).

Estrategias de reestructuración

De carácter estructural, organiza los propios conocimientos a partir de su confrontación con la realidad o, estructurando la realidad a partir de los propios conocimientos. Dentro de las estrategias que recurren a conectar los materiales de aprendizaje con conocimientos anteriores, situándolos en estructuras de significados más o menos amplias, podemos distinguir las siguientes (Pozo, 1989 en Coll, *et al.*, 1996):

- *Estrategias de elaboración*, consisten en buscar una relación, referente o significado común a la información que deben aprenderse, es decir, son actividades que permiten realizar alguna construcción simbólica a partir de la información que se está tratando de aprender, a fin de hacerla significativa.
- *Estrategias de organización*, que implican una clasificación jerárquica u organización semántica de esos elementos. Uno y otro tipo de estrategias difieren en complejidad. Comprende aquellos procedimientos que utiliza el aprendiz para transformar la información a una que sea más fácil de comprender.

Al respecto Ausubel, y colaboradores (1978) (en Pozo, 1990) establece la posibilidad de interacción entre el aprendizaje por asociación y reestructuración. En todo caso, constituyen un continuo de lo memorístico a lo significativo y no una separación, si no que pueden coexistir.

De acuerdo a esta clasificación, una de las formas de organización es la elaboración de MC los cuáles involucran un procedimiento que ayudan al alumno

a organizar y facilitar la comprensión de un tema. Respecto a la organización a continuación se explica cuál es su importancia en el aprendizaje.

1.3 Organización y aprendizaje

La demostración de la importancia de la organización en el aprendizaje humano fue uno de los mayores avances del siglo pasado. En donde el sujeto fue visto como un procesador y organizador activo de material en vez de un receptor pasivo. Hoy en día, esto es aceptado casi universalmente. La idea de que la organización es importante para el aprendizaje fue apoyada por tres evidencias:

1) *El material organizado es fácil de aprender*

Bower y colaboradores (1969) (en Baddeley, 1999) demostraron la efectividad de la organización semántica jerárquica. Los sujetos a los que se mostró el esquema (figura 1) dispuesto de modo jerárquico recordaron un 65% del un total de 112 palabras, a diferencia de un 18% para aquellos a los que se había ocultado la jerarquía. Aunque la organización jerárquica es particularmente poderosa, Broadbent *et al* (1978) (en Baddeley, 1999) han demostrado que otras formas de organización, tales como una matriz compuesta por filas y columnas pueden ser igualmente eficaces.

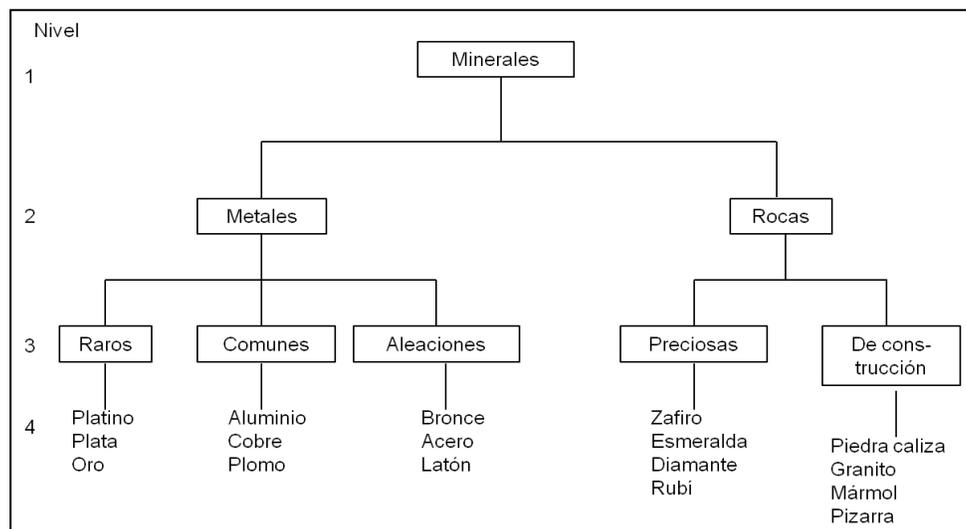


Figura 1. Jerarquía conceptual “minerales” utilizado por Bower, *et al.* (1969).

2) Organización subjetiva

Una segunda fuente de evidencia procede de observaciones en las que, dado un material casi aleatorio, los sujetos intentan imponer su propio orden. Tulving (1962) (en Baddeley, 1999), quien presentó repetidamente a los sujetos una lista de palabras para recuerdo libre. En cada ensayo las palabras eran presentadas en orden aleatorio diferente; sin embargo, el orden en que los sujetos recordaban las palabras tendía a volverse estereotipado, como si el sujeto estuviera armando una estructura organizativa interna, incrementándose el grado de organización subjetiva durante ensayos sucesivos conforme la lista era aprendida.

3) Las instrucciones para organizar el material mejora el aprendizaje

Una poderosa fuente de evidencias de la importancia de la organización procede de estudios de aprendizaje en los que se piden a los sujetos organizar el material de varios modos y se les realiza una prueba de recuerdo posteriormente. El estudio sobre el aprendizaje de Mandler (1967) (en Baddeley, 1999), es un buen ejemplo de esto; los sujetos a los que se mando clasificar palabras en categorías, sin ninguna instrucción para que las aprendieran, retuvieron las palabras tan bien como a los que se les indicó aprenderlas.

Estos trabajos nos explican claramente la importancia de la organización en el aprendizaje a partir de la categorización semántica, sin embargo, los MC además de representar organizado un cierto material de estudio, constituye un proceso de construcción y reconstrucción, es decir, se pone en marcha una estrategia que involucra, la lectura, subrayado, la selección de las ideas más importantes, los conceptos y palabras enlace, para formar proposiciones, hay un proceso de selección de la información con la intención de relacionar los conceptos para comprender una lectura, tema o área en específico. A continuación se explica que son los MC propuesto como estrategia de aprendizaje.

CAPÍTULO III. EL MAPA CONCEPTUAL

El MC como estrategia de aprendizaje pueden ser utilizado para organizar el contenido del material de estudio, siendo un medio didáctico poderoso para organizar, sintetizar y presentar la información en forma gráfica, son útiles, porque nos permiten apreciar el conjunto de información que contenga un texto y las relaciones entre sus componentes, lo que facilita su comprensión (Ontoria, 1992; Ontoria *et, al*, 1996; Pimiento, 2005), por lo tanto, en este capítulo presentaremos los fundamentos en los que se basan sus creadores así como la definición que presentan. También se describirán los elementos y características generales de los MC, se explicará la construcción, evaluación y finalmente se presentan algunos trabajos previos realizados con MC.

3.1 Antecedentes

El MC, se desarrolló a partir del siglo pasado en el departamento de Educación de la Universidad de Cornell, EUA. Fueron desarrollados por un grupo de investigadores encabezados por J. D. Novak mediante un programa denominado “aprender a aprender” (Estrada y Torres, 2006). Estos investigadores compartieron la idea, ampliamente aceptada que la actividad constructiva del alumno es esencial en el proceso de aprendizaje, consideraron que los conceptos y las proposiciones que forman los conceptos entre sí son elementos centrales en la adquisición del conocimiento y en la construcción del significado (Novak y Gowin, 1988).

Los MC están basados en la teoría cognitiva del aprendizaje de Ausubel y colaboradores (1978) y fueron diseñados por Novak en 1975, luego de varios años de investigación sobre el aprendizaje de conceptos científicos y llevar a la práctica el planteamiento de Ausubel, estableciendo las bases teóricas y técnicas de los MC. La idea principal en la teoría de Ausubel indica que el aprendizaje de nuevos conocimientos depende de lo que ya se conoce. En otras palabras, la construcción del conocimiento comienza con nuestra observación y reconocimiento de eventos y objetos a través de conceptos que ya poseemos. Otro elemento importante en

esta teoría, es el enfoque de aprendizaje significativo. Para aprender significativamente los individuos deben relacionar nuevos conocimientos con conceptos relevantes que ellos ya conocen. La clave es “relacionar el nuevo material (concepto, idea, proposición) con las ideas ya existentes en la estructura cognitiva del alumno”. De acuerdo a Novak y Gowin, (1988) los MC se fundamentan particularmente en los siguientes principios teóricos del aprendizaje significativo:

- La necesidad de conocer las ideas previas de los sujetos, antes de iniciar nuevos aprendizajes, es decir, revela la estructura de significados que poseen los sujetos, con el propósito de establecer aprendizajes interrelacionados y no aislados y arbitrarios.
- La idea que en la medida que el nuevo conocimiento es adquirido significativamente, los conceptos preexistentes experimentan una diferenciación progresiva.
- En la medida que los significados de dos o más conceptos, aparecen relacionados de una nueva manera y significativa tiene lugar una reconciliación integradora.

A partir de la teoría del aprendizaje de Ausubel (Novak y Gowin, 1988; Novak, 1998) diseño una técnica de instrucción que tiene por objeto desarrollar en los alumnos la capacidad de “aprender a aprender”, es decir, aprender por cuenta propia y formar estudiantes autónomos de su propio conocimiento. La técnica se basa en enseñar a los alumnos MC que representen los conceptos de una determinada área y las relaciones entre ellos. Según ellos, la visualización de las relaciones de conceptos en forma de diagrama y la necesidad de especificar esas relaciones mediante la construcción de su propio MC de un tema determinado permiten al alumno comprender sus propias ideas e inconsistencias, además explican que el objeto de esta herramienta es exteriorizar la estructura de conocimientos de una persona o grupo de ellos, por medio de los procesos de construcción del pensamiento y con la finalidad de ayudar a aprender a cómo aprender.

3.2 Definición de los MC

Desde dicho trabajo, Novak y Gowin (1988) definen que la mayor parte de los significados conceptuales se aprenden mediante la composición de proposiciones en las que se incluye el concepto que se va a adquirir, y desde este presupuesto teórico sobre el aprendizaje se diseña el MC definiéndolo como “un recurso esquemático para representar un conjunto de significados conceptuales incluidos en una estructura de proposiciones”. Sin embargo, debido a su orientación práctica y aplicativa estos autores presentan a los MC como:

- *Estrategia de enseñanza, aprendizaje y evaluación*, para ayudar a los educadores a organizar los materiales, para ayudar a los estudiantes a aprender y para evaluar los conocimientos adquiridos en el proceso de aprendizaje.
- *Método* para ayudar a los estudiantes y educadores a captar el significado de los materiales que se van a aprender.
- *Recurso esquemático* para representar un conjunto de significados conceptuales incluidos en una estructura de proposiciones.
- *Medio* para visualizar conceptos y relaciones jerárquicas entre conceptos.
- *Resumen esquemático* para presentar conjunto de significados conceptuales.

De acuerdo a Novak y Gowin, (1988); Ontoria, (1992); Belmonte, (1997), los MC se pueden utilizar como instrumento diagnóstico para explorar lo que saben los alumnos, para organizar secuencias de aprendizaje, para que extraigan el significado de los libros de texto y para organizar y hacer explícita una secuencia de enseñanza.

3.3 Elementos del MC

De acuerdo con la definición de Novak y Gowin (1988), el MC contiene tres elementos fundamentales: los conceptos, palabras enlace y proposiciones.

- *Conceptos*: son las imágenes mentales que provocan en los seres humanos las palabras o signos con que expresamos las regularidades que

se perciben en los hechos u objetos y que se designan mediante una etiqueta o expresión.

- Las palabras enlace: son palabras que unen los conceptos y señalan los tipos de relación existente entre ambos. Estas palabras pueden ser formas verbales, preposiciones o pequeña frases que aclaran el sentido de la relación entre dos o más conceptos
- La proposición: es la unidad semántica que une los conceptos. Compuestas por dos o más conceptos que se encuentran unidos entre sí por palabras de enlace con el objeto de formar una unidad de significado.

3.4 Características

Además de los elementos Ontoria, (2004) señala tres características propias de los MC que los diferencian de otros recursos gráficos y de otras estrategias o técnicas cognitivas (figura 2):

- *Jerarquización.* En los MC los conceptos están dispuestos por orden de importancia o de inclusividad. Los conceptos más inclusivos ocupan los lugares superiores de la estructura gráfica. Los ejemplos se sitúan en último lugar y, como hemos dicho, no se marcan (Ontoria, 2004).
- *Selección.* Los MC constituyen una síntesis o resumen que contiene lo más importante y significativo de un mensaje, tema o texto. Previamente a la construcción de un mapa hay que elegir los términos que hagan referencia a los conceptos que podrían elegirse si nos centramos en una parte de ese mensaje (Ontoria, 2004).
- *Impacto visual.* Un buen MC es conocido y muestra las relaciones entre las ideas principales de un modo simple y vistoso, aprovechando la notable capacidad humana para la representación visual (Novak, 1998).

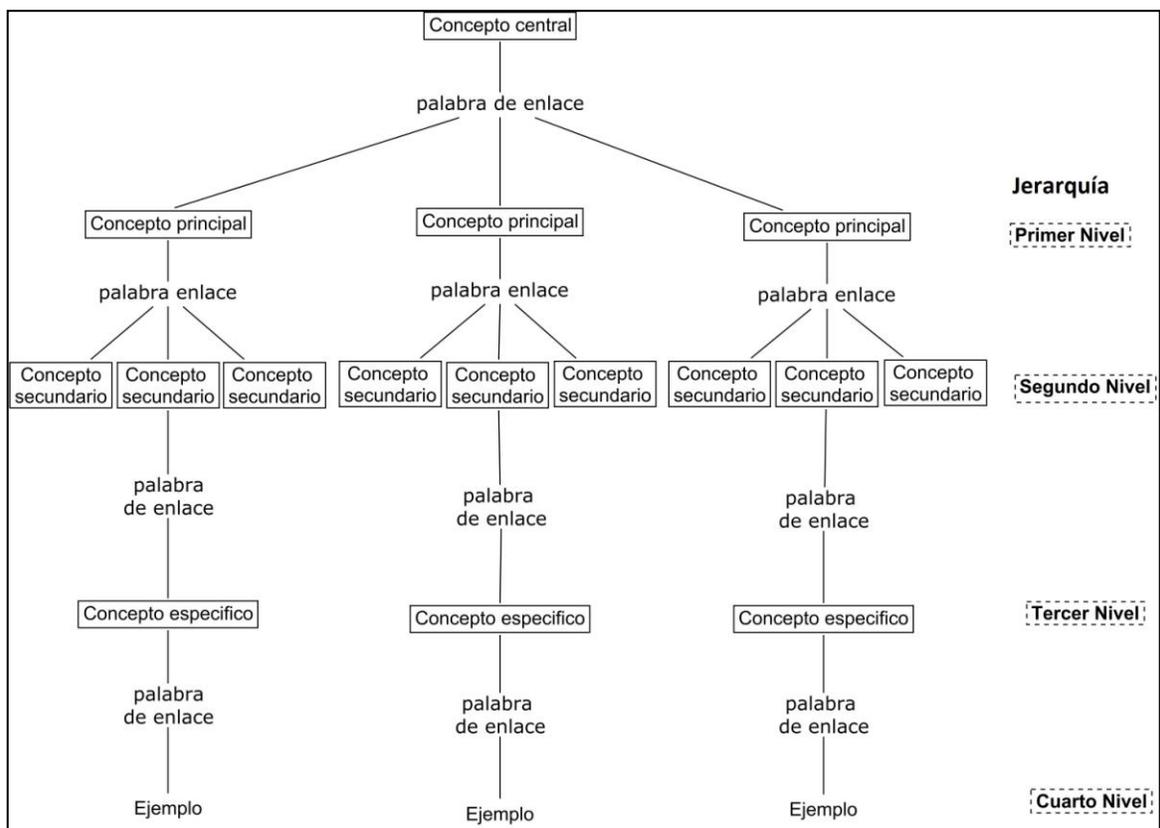


Figura 2. Características del MC Ontoria (2004).

Algunas sugerencias para mejorar el impacto visual: se destacan más los términos conceptuales cuando los enmarcamos con elipses o recuadros para aumentar el contraste entre las letras y el fondo (Ontoria, 2004) (Figura 3).

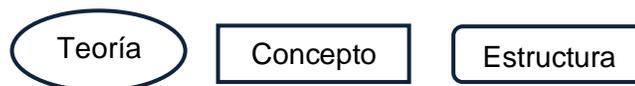


Figura 3. Representación visual del mapa conceptual Ontoria (2004).

3.5 Cómo construir un MC

Novak y Gowin (1988) propusieron una detallada lista de actividades para introducir su uso desde la enseñanza escolar hasta la universidad, señalan que no existe un modo óptimo de introducir los MC, sin embargo, es recomendable iniciar presentando a los estudiantes la idea de concepto. Ello puede hacerse mediante un conjunto de actividades sobre el aprendizaje y la memoria. En la tabla 2 se

explican las estrategias docentes que han utilizado para estudiantes de secundaria a universidad.

Tabla 2. Estrategias docentes para introducir los MC desde el nivel secundaria a universidad según Novak y Gowin (1988).

A. Actividades previas a la elaboración de mapas conceptuales:

1. Preparar una lista con nombres de objetivos y otra con acontecimientos que resulten conocidas para los alumnos mostrando en el pizarrón. Por ejemplo, podrán servir como nombres de objetos: árbol, nube, perro. Los acontecimientos podrán ser: llover, talar, limpiar. Preguntar a los alumnos que diferencien la lista.
2. Pedir a los alumnos que describan lo que piensan cuando escuchan la palabra coche.
3. Repetir la actividad del paso dos utilizando palabras que describan acontecimientos y señale ahora las diferencias que existen entre imágenes mentales, o conceptos que tenemos de los acontecimientos.
4. Nombrar una serie de palabras como: eres, donde, el, es, entonces, con. Preguntar a los alumnos que les viene a la mente cuando oyen cada una de estas palabras. Estas palabras no son términos conceptuales, las llamaremos palabras de enlace y las utilizamos cuando hablamos y cuando escribimos. Las palabras de enlace se utilizan conjuntamente con los conceptos para formar frases que tengan significados.
5. Los nombres de personas, acontecimientos, lugares u objetos determinados no son términos conceptuales sino nombres propios.
6. Escribir en el pizarrón algunas frases formadas por dos conceptos y con una o varias palabras de enlace, con el objeto de ilustrar como utiliza el ser humano conceptos y palabras de enlace para transmitir algún significado.
7. Pedir a los estudiantes que formen por si solos algunas frases cortas, que identifique las palabras enlace y los términos conceptuales que digan si estos últimos se refieren a un objeto o acontecimiento.
8. Presentar algunas palabras cortas pero que resulten desconocidas como atroz o terso. Estas son palabras que designan conceptos que los alumnos ya conocen pero que tiene significados un poco especiales. Ayudar a los alumnos a darse cuenta de que el significado de los conceptos no es algo rígido.
9. Elegir una sección de un libro o artículo. Eligiendo un párrafo que transmita un mensaje concreto. Como tarea de clase pida a los alumnos lean el párrafo e identifiquen los principales conceptos (generalmente pueden encontrarse de entre 10 a 20

conceptos). Pedir a los alumnos que anoten algunas palabras de enlace y términos conceptuales y términos conceptuales de importancia mayor para el desarrollo del argumento de la narración.

B. Actividades de elaboración de mapas conceptuales:

1. Elegir uno o dos párrafos especialmente significativos sobre un tema, los estudiantes lo leerán y seleccionaran los conceptos más importantes, es decir aquellos conceptos necesarios para entender el significado del texto. Una vez que estos conceptos hayan sido identificados, preparar con ellos una lista y mostrarlas en el pizarrón, discutir con los estudiantes cual es el concepto más importante y cual es la idea más inclusiva del texto.
2. Colocar el concepto más inclusivo al principio de una nueva lista ordenada de conceptos e ir disponiendo en ella los restantes conceptos de la primera lista hasta que todos los conceptos queden ordenados de mayor a menor generalidad e inclusividad.
3. Una vez que se haya llegado a este punto, se puede elaborar un mapa conceptual. Hacer que los estudiantes colaboren eligiendo las palabras de enlace apropiadas para formar las proposiciones que muestran las líneas del mapa.
4. Buscar a continuación relaciones cruzadas entre los conceptos de una sección del mapa y los de otra parte del árbol conceptual. Pedir a los estudiantes que ayuden a elegir palabras de enlace para las relaciones cruzadas.
5. Discutir los criterios de puntuación de los mapas conceptuales y señalar posibles cambios estructurales que puedan mejorar el significado.
7. Hacer que los estudiantes elijan una sección de un texto o de cualquier otro material, y repitan los pasos 1 al 6 por si mismos (o en equipos de dos o tres personas).
8. Los mapas construidos por los estudiantes pueden presentarse en clase y discutir su elaboración.
9. Hacer que los estudiantes construyan mapas conceptuales de las ideas principales de su pasatiempo favorito, el deporte o aquello que les interesa especialmente. Estos mapas se pueden colocar alrededor de la clase y fomentar la discusión informal sobre ellos.
10. Señalar que en el próximo examen incluirá una o dos preguntas sobre mapas conceptuales, para dejar claro que tales mapas constituyen un procedimiento válido de evaluación que exige pensar con detenimiento y que puede poner de manifiesto si se ha comprendido la materia.

En general, el procedimiento sugerido por Novak y Gowin (1988) para elaborar MC es el siguiente:

1. Lectura del texto.
2. Selección de los conceptos más importantes.
3. Ordenamiento de los conceptos de mayor a menor nivel de inclusividad.
4. Elaboración del MC, considerando la lista del paso anterior, eligiendo las palabras enlace apropiadas para formar las proposiciones que muestran las líneas del mapa.
5. Buscar relaciones cruzadas entre los conceptos de una sección del mapa con los de otra parte del mapa conceptual, eligiendo las palabras de enlace para las relaciones cruzadas.
6. Revisar el arreglo del mapa, cuidando una cierta simetría. En este punto los mapas se pueden reelaborar tantas veces como sea necesario.

Novak y Gowin (1988) señalan que los MC presentan un medio para visualizar conceptos y relaciones jerárquicas entre conceptos. Con su elaboración se aprovecha la capacidad humana de reconocer pautas en las imágenes para facilitar el aprendizaje y el recuerdo, sin embargo, estos autores mencionan que son necesarias muchas investigaciones sobre este asunto.

Los MC se basan en la teoría del aprendizaje significativo de Ausubel y colaboradores (1978) que constituye la base de las estrategias de la elaboración de mapas conceptuales y de su aplicación a la educación (Novak y Gowin, 1988).

3.6 Evaluación de los mapas conceptuales

Generalmente los MC son evaluados de acuerdo al número de conceptos, relaciones y organización dentro del mapa (Mason, 1992). Sin embargo, el esquema para evaluar los MC se basa en tres ideas principales de la teoría cognitiva del aprendizaje de Ausubel y colaboradores (1978): estructura jerárquica, diferenciación progresiva y reconciliación integradora.

Estructura jerárquica

Novak y Gowin (1988) señalan que dentro de este instrumento, favorecen el aprendizaje subordinado, sustentando la jerarquía del MC, donde los conceptos más generales e inclusivos deben situarse en la parte superior y los menos inclusivos y más específicos situados progresivamente hacia la parte inferior. Sin embargo, señalan que las relaciones de subordinación y superordinación entre los conceptos pueden cambiar, pues aunque cualquier concepto del mapa varíe su posición (subir o bajar), puede seguir manteniendo “relación proposicional significativa con otros conceptos del mapa”. Los MC son un medio para visualizar ideas o conceptos y sus relaciones jerárquicas. Viéndolo de esa forma, los MC son redes de proposiciones que se organizan jerárquicamente para mostrar las estructuras cognitivas⁸ de las personas sobre un dominio específico del conocimiento, estimulando de este modo, el pensamiento individual y el sistémico.

Diferenciación progresiva

Teniendo en cuenta que el aprendizaje significativo es un proceso continuo en el que a través de la adquisición de nuevas relaciones de proposiciones los conceptos amplían su significado. En el proceso de asimilación las ideas previas existentes en la estructura previa se modifican adquiriendo nuevos significados. La presencia sucesiva de este hecho produce una elaboración adicional jerárquica de los conceptos y proposiciones, dando lugar a una diferenciación progresiva. Este es un hecho que se presenta durante la asimilación, pues los conceptos están siendo reelaborados y modificados constantemente, adquiriendo nuevos significados, es decir, progresivamente diferenciados (Moreira, 2000).

⁸ Cognitivo: perteneciente o relativo al conocimiento., ámbito de la personalidad que hace referencia a la dimensión intelectual. Es la manera típica y específica de organizar y procesar la información que tiene una persona (Diccionario de las ciencias de la Educación, 1995).

Reconciliación integradora

Los MC ponen de manifiesto las estructuras proposicionales del individuo y pueden emplearse, por tanto, para verificar las relaciones erróneas o para mostrar cuales son los conceptos relevantes que no esta presentes. Los elementos ya existentes en la estructura cognitiva pueden ser, precisados, relacionados y adquirir nuevos significados, y como consecuencia ser reorganizados, así como adquirir nuevos significados. Las relaciones (correctas) entre conceptos claves en diferentes segmentos del mapa son tomadas como evidencia de alguna clase de reconciliación integradora (Esparza, 2001).

3.7 Criterios de puntuación de los MC

Novak y Gowin (1988) señalan que cualquier clave de puntuación en los MC tiene cierto grado de subjetividad y arbitrariedad y por ello dejan abierta la posibilidad de marcar valores diferentes a los que ellos proponen. Los criterios de puntuación (figura 4) que sugieren son:

- 1) *Proposiciones*: ¿Se indica la relación de significado entre dos conceptos mediante la línea que los une y mediante la(s) palabras de enlace correspondiente? ¿Es válida esta relación? Anótese un punto por cada proposición válida y significativa que aparezca.
 - 2) *Jerarquía*: ¿Presenta una estructura jerárquica? ¿Es cada uno de los conceptos subordinados más específico y menos general que el concepto que hay dibujado sobre él (en el contexto del material para el que se construye el mapa conceptual)? Anótese cinco puntos por cada nivel jerárquico.
- Conexiones cruzadas*⁹: ¿Muestra el mapa conexiones significativas entre los distintos segmentos de la jerarquía conceptual? ¿Es significativa y válida la relación que se muestra? Anótese diez puntos por cada conexión cruzada válida y significativa y dos por cada conexión cruzada que sea válida pero que

⁹ Las conexiones cruzadas pueden indicar capacidad creativa y hay que prestar una atención especial para identificarlas y reconocerlas. Las conexiones cruzadas creativas o singulares pueden ser objeto de un reconocimiento especial o recibir una puntuación adicional Novak y Gowin (1988).

no ilustre alguna síntesis entre grupos relacionados de proposiciones o conceptos.

- 3) *Ejemplos*: Los acontecimientos y objetos concretos que sean ejemplos válidos de lo que se designa al término conceptual pueden añadir un punto, cada uno, al total (estos ejemplos no se rodearan con un círculo, ya que no son conceptos)¹⁰.

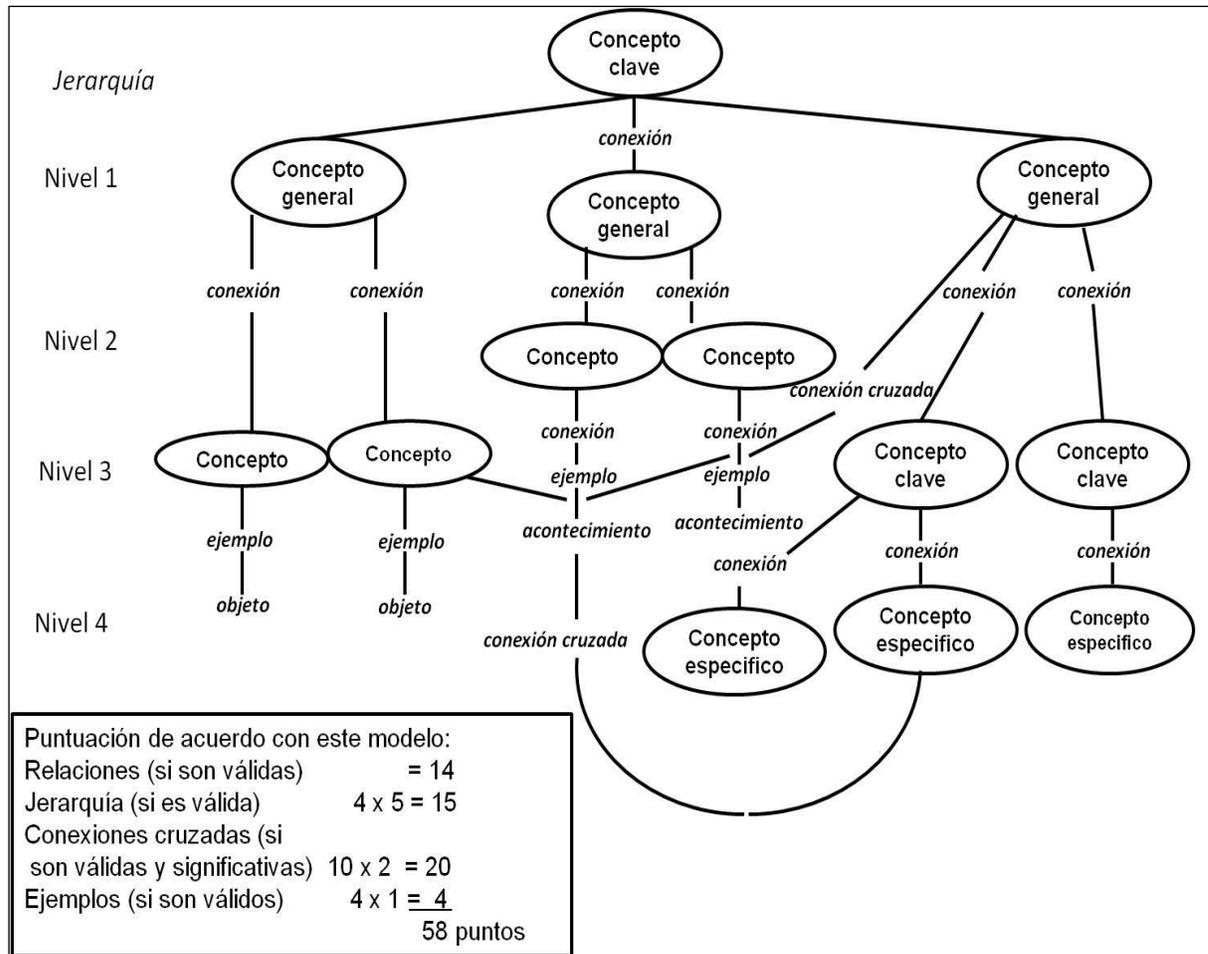


Figura 4. Modelo de puntuación de los MC según Novak y Gowin (1988).

¹⁰ Además, se puede construir un mapa de referencia del material que va a representarse en los mapas conceptuales y comparará las puntuaciones de los estudiantes con el mapa de referencia (algunos alumnos pueden construir mejores mapas que el mapa de referencia y su porcentaje será mayor que el 100%) Novak y Gowin (1988).

Los MC no deben ser principio y fin de un contenido, es conveniente usar en el aula diversos recursos y estrategias, es por ello que parte del proceso de elaboración debe incluir otras estrategias como el resumen argumentativo, el análisis crítico reflexivo, la exposición, análisis de conceptos, discusiones grupales (Hernández, 2007).

3.8 Estudios previos con MC

Los MC han sido utilizados en varios ambientes de aprendizaje, a continuación se describen algunos de ellos:

Como instrumento de evaluación

Costamagna (2001), utilizó mapas conceptuales en la Universidad estatal de Argentina, para evaluar los logros alcanzados por los alumnos ($n=30$) sobre la comprensión de la asignatura “Morfología humana” de la carrera de Bioquímica. En primer lugar se llevó a cabo la introducción de la técnica de MC así como su ejemplificación; en clases posteriores los alumnos por equipo realizaron MC por cada tema. Al finalizar el ciclo escolar se elaboraron por equipos MC de dos o más temas alrededor de un eje seleccionado. Los mapas fueron evaluados de acuerdo a los siguientes criterios: jerarquización, interrelación, explicación de nexos, corrección del contenido y grado de profundidad del contenido (ejemplos, detalles). La valoración numérica sobre cada criterio se sitúa sobre la escala de 1 a 10. De manera individual se aplicó un examen final y consistió en presentar al alumno un mapa conceptual que fue elaborado en el taller integrador, lo analizó y realizó modificaciones pertinentes para perfeccionarlo. Como resultados se presenta que la media de los promedios alcanzados al evaluar los MC en el taller integrador fue de 6.06 y la media de los promedios en el examen final fue de 7.34, es decir, el incremento promedio fue de 12.8%. Se observa que hay una diferencia más marcada en los aspectos de “interrelación” y “corrección del contenido” siendo significativa en ambos casos ($t= 2.75$; $p < 0.05$). De lo anterior se concluyó que los MC permiten evaluar la evolución del conocimiento de los alumnos constituyendo una expresión gráfica de procesos de interrelación, y permitieron al docente disponer de una herramienta de medición de logros alcanzados por los

alumnos dentro de un proceso de retroalimentación que potencian la expresión de un conocimiento significativo.

Besterfield y colaboradores (2004), utilizaron los MC, para evaluar la comprensión conceptual en los estudiantes de ingeniería industrial de la Universidad de Pittsburgh de Estados Unidos. Se trabajó la primera fase (abril de 2000) con 46 alumnos. La segunda fase (septiembre de 2002) con 27 (13 de los cuales participaron en la fase uno). En primer lugar, a los estudiantes se les dio una explicación de asociación de palabras, un tutorial y demostración de la elaboración de los MC. Después, los estudiantes desarrollaron mapas sobre el tema ingeniería industrial. Los mapas fueron analizados mediante de las técnicas tradicionales (conceptos, jerarquías y enlaces) y a través, de un enfoque holístico las puntuaciones fueron asignadas en una escala de 1 a 9 puntos. Los mapas de la primera fase, fueron evaluados con la técnica tradicional, estos fueron tratados como variables dependientes y analizados en relación con los diversos factores (nivel de clase, género, experiencia laboral, etc.). No se encontraron diferencias significativas ($p > 0.05$), con la excepción de género, específicamente, las mujeres obtuvieron un promedio de 8.8 más conceptos que los hombres. En el enfoque Holístico se realizó una prueba t pareada indicó que los nuevos mapas son cualitativamente mejores que los iniciales ($p = 0.0001$). El aumento promedio en la calidad del mapa, medido por la puntuación global fue de 2.04. Los resultados de este estudio sugieren que los MC pueden ser una forma efectiva de medir la comprensión conceptual de un estudiante en un área en particular.

Como herramienta de aprendizaje

Morales (1998) realizó un estudio para determinar el efecto de una estrategia centrada en la resolución de problemas empleando la técnica Heurística V de Gowin y MC en el razonamiento matemático en los alumnos inscritos en el 9° grado de Educación básica del instituto Juan XXIII, de la Ciudad de Valencia. Se aplicó a un total de 88 alumnos (grupo control y un grupo experimental). Como instrumentos se utilizaron pruebas escritas aplicadas a ambos grupos, y solo para

el experimental se utilizaron, guías didácticas, cuestionarios, MC, diagramas de Gowin y tareas. La investigación se dividió en dos fases, la primera en 4 sesiones de introducción de las estrategias, y una segunda de aplicación de estrategias de 15 sesiones. Los resultados de la investigación se organizan en tres aspectos. Cognoscitivo (pretest y postest), gerencial (medición de la variable de razonamiento matemático) y afectivo (aplicación de cuestionarios). Se determinó el coeficiente de t de Student para el grupo control fue 7.93 y para el grupo experimental 16.09; por lo que existen diferencias significativas en cuanto los conocimientos adquiridos en cada grupo. Comparando los resultados obtenidos en el pos-test con los del pre-test, se observó una diferencia significativa ya que la mitad de los alumnos logran contestar total mente cada pregunta y una mínima parte contestó parcialmente cada ítem. 55.3% contestaron acertadamente las preguntas que median la geometrización 63.5% la de cuantificación y 71.3% las de formación de categorías. En conclusión en términos generales las estrategias cognoscitivas (V de Gowin y mapas conceptuales), influyen satisfactoriamente en el razonamiento matemático de los alumnos de 9° grado de educación básica.

Campanario (2000), presenta algunas sugerencias para un uso alternativo de los MC y los esquemas como instrumentos orientados a fomentar la aplicación de estrategias metacognitivas por parte de los alumnos , proponiendo lo siguiente: Justificar las relaciones y conceptos que aparecen en un MC, explicitar y clasificar las relaciones entre conceptos, corregir errores o relaciones inadecuadas, reducir el contenido de un mapa, pedir al alumnado que sugiera posibles mejoras en la construcción y uso de MC. Las sugerencias y propuestas anteriores son simplemente algunas de las muchas que pueden surgir cuando se utilizan recursos conocidos con una nueva orientación metacognitiva. En este caso se trata, fundamentalmente, de insistir en el conocimiento por parte del alumnado acerca de sus propios conocimientos y sus procesos de control y gestión del conocimiento.

Rodríguez (2000) proporcionó información y capacitación sobre la elaboración de MC para su aplicación como estrategia de aprendizaje, se trabajó con una población de 57 estudiantes con una edad promedio de 17 años, todos inscritos en 4° semestre del nivel medio superior de la Escuela Preparatoria Oficial No. 55. En primer lugar se trabajó un texto “La profesión del estudiante”, con la finalidad de introducir a los alumnos sobre la importancia de practicar alguna estrategia de aprendizaje, en este caso los MC. También se aplicó un cuestionario que sirvió para analizar los hábitos de estudio de los alumnos. Consecutivamente, se implementó el curso sobre MC; la capacitación consistió en: elaboración de un MC como ejercicio diagnóstico; lectura “Construcción de MC” actividad complementaria para la comprensión del texto y aclarar dudas; explicación de cada uno de los elementos y características de los MC; ejercicios con MC, con el fin de corroborar su aplicación y practicar su elaboración en la asignatura de biología y sociología (individual y por equipos); la evaluación de los MC fue de acuerdo al manejo que los alumnos tenían de los elementos básicos, tales como los conceptos, palabras enlace, relaciones conceptuales y los niveles de jerarquía. Como resultados referente al cuestionario sobre estrategias, el 50% de los alumnos se limitan a estudiar apuntes que el profesor les proporciona, el otro 50% estudia los contenidos por medio de la elaboración de cuadros sinópticos (17%) y resúmenes (27%) y un (8%) comentan los contenidos con sus compañeros. Por lo tanto, se confirma la falta de herramientas que tienen los alumnos para el estudio, ya que el 50% carece de alguna estrategia de aprendizaje, lo que se manifiesta entre otras cosas, una actitud pasiva y de dependencia al profesor. Finalmente se considera que el MC es una alternativa como estrategia de aprendizaje, ya que los alumnos aprendieron a aplicar y utilizarlos en otras asignaturas. Este es un facilitador que permite, estructurar, reestructurar, comentar, reflexionar, negociar, discutir y acordar significados de una manera diferente a la tradicional.

Pellegrino y Reyes (2001) realizaron un estudio para presentar la fundamentación teórica de la técnica de los MC en el aula y laboratorio en carreras científicas a

nivel superior. Los MC se aplicaron como herramienta de aprendizaje a 55 alumnos del curso de Ecología, se conformo por dos etapas: Etapa I explicación de la técnica. Etapa II aplicación de los MC. Cada estudiante realizó un MC basado en el tema Ecosistema, posteriormente se organizaron en equipos y realizaron un MC referido a este tema (5 alumnos) y finalmente, estos mapas fueron discutidos para llegar a un consenso. En el mismo estudio pero en el curso Laboratorio de Biología Animal se utilizaron como recurso de enseñanza, para mostrar las relaciones jerárquicas entre conceptos claves de Zoología de Invertebrados, se aplicaron con tres grupos consecutivos (enero-marzo, 1998, 1999 y 2000). Al inicio de cada práctica de laboratorio el profesor realizaba un mapa conceptual, incorporando nuevos conceptos en cada sesión. El resultado final fue un MC con los principales conceptos trabajados en el curso. El resultado de la experiencia fue evaluado en una discusión final con todos los participantes, aportando conceptos adquiridos en cada práctica. Con este ejercicio el profesor pudo estimar el grado de comprensión adquirido por los estudiantes. Y en el curso Prevención de la Contaminación Industrial se utilizaron los MC con el fin de estimar la comprensión de los estudiantes en relación con los conceptos desarrollados en el curso. Se aplicaron a 25 alumnos en el periodo abril-julio, 2000. En la primera clase a los alumnos se les entregó una lista con los conceptos que serian desarrollados durante el curso. Posteriormente se explicó como se laboran los MC y se les pidió que elaboraran uno de ellos con los conceptos dados. Al final del curso, se repitió la actividad y se generaron MC más complejos. En este trabajo no hubo grupo control, evaluación y análisis. Sin embargo se concluyó que los MC revelan la comprensión y las principales relaciones entre los conceptos analizados, se observó una estructura jerárquica sencilla entre los conceptos, y al profundizar los temas, se logre una mayor complejidad en los mapas.

Ramírez y Sanabria (2004), desarrollaron un trabajo en la Universidad Nacional Experimental del Táchira, Venezuela, para lograr un aprendizaje significativo en alumnos de Física I, a partir de la aplicación gradual de MC como herramienta de

enseñanza-aprendizaje durante siete lapsos académicos, trabajando con aproximadamente 180 alumnos cada semestre. Los resultados obtenidos permitieron hacer sucesivas modificaciones hasta incorporar los MC como elemento básico de la estrategia general de trabajo en esa asignatura. Para ello fue necesario diseñar materiales instruccionales y experiencias de aprendizaje, que facilitaran a profesores y alumnos el manejo de esta herramienta heurística para la organización y construcción del conocimiento. Se concluye que a pesar de las dificultades con grupos de 45 estudiantes para construir individualmente MC, éstos son valiosos para mejorar la comprensión y facilitar la construcción del su propio conocimiento, en la medida en que el alumno, en el proceso de enseñanza-aprendizaje, tenga la oportunidad de usarlos, analizarlos, cuestionarlos, o mejorarlos. Algunos alumnos aprenden a diseñar mapas para construir su conocimiento, pero generalmente los prefieren para organizar y comprender la información. Los profesores por su parte los usan mayoritariamente como organizadores del conocimiento. Sin embargo, este estudio no presenta un análisis cualitativo y cuantitativo que corrobore su investigación.

Estrada y Torres (2006), utilizaron los MC como estrategia de aprendizaje de la Historia de México, para ayudar a los estudiantes de secundaria aprender y organizar los materiales, se implementó un curso de tres sesiones para la elaboración de MC, estos se utilizaron como estrategia de aprendizaje durante una unidad temática, los resultados se contrastaron con los obtenidos en las estrategias que comúnmente utilizan para esta asignatura: resumen, subrayado y apuntes del profesor. La muestra estuvo integrada por dos grupos de 20 alumnos de tercer año pertenecientes a la escuela Secundaria pública y federalizada No. 40 en el Municipio de Tecamac, Estado de México. El diseño que se utilizó fue el de cuatro grupos de Salomón, es decir, cada grupo se dividió, para tener dos grupos control y dos grupos experimentales. Al grupo 1(experimental) se le aplicó un pre-test, antes de iniciar el curso, para saber, el grado de conocimientos del tema objeto de investigación, posteriormente se les enseñó a estudiar por medio del MC la unidad tema de Historia de México y por último se aplicó una post-

prueba, para saber el nivel de conocimientos adquiridos. Al grupo 2 (control) se les aplicó un pre-test y al finalizar la unidad temática se les aplicó una post-prueba, para comparar el nivel de funcionalidad de las estrategias usuales. Al grupo 3 (experimental) se impartió el curso de mapas conceptuales, para que lo utilizaran como estrategia de aprendizaje y posteriormente se les aplicó la post-prueba, por último el grupo 4 (control) estudió la unidad temática y al finalizar se les aplicó un pos-test. Los datos fueron analizados estadísticamente mediante el análisis de varianza unifactorial, en el que se encontró diferencias significativas ($F=2.890$; $p<0.05$). Y para conocer de donde proviene las diferencias se calculó la prueba t para tres pares: experimental con pre-test vs experimental sin pre-test; control con pre-test vs. control sin pre-test ; y pos-test de los grupos experimentales vs. pos-test de los grupos controles. La prueba indica que si existen diferencias significativas ($p<0.05$) entre los grupos experimentales y los grupos control, lo cual indica una mayor obtención de conocimientos de Historia por medio de la utilización del mapa conceptual como estrategia de aprendizaje, con respecto a las estrategias usuales.

Ramírez y Zárate (2006), realizaron una investigación utilizando el MC como estrategia de enseñanza y aprendizaje para evaluar lo aprendido en relación al tema de adicciones en adolescentes que cursaban el primer grado en la Secundaria. Diurna No. 160 turno vespertino. Se trabajó con 96 alumnos distribuidos en tres grupos, el grupo 1 (control), el grupo 2 recibió entrenamiento en MC como estrategia de aprendizaje, el grupo 3 recibió entrenamiento en MC como estrategia de aprendizaje y enseñanza. Se elaboró un cuestionario para conocer las ideas previas sobre el tema adicciones y un manual para enseñar a los alumnos a elaborar MC. Con los datos obtenidos tanto del pre-test como del pos-test se realizó el análisis de varianza unifactorial, en el que se encontró que existen diferencias significativas en el pre-test ($F=6.251$; $p<0.05$) y en el pos-test ($F= 59.361$; $p<0.05$). Posteriormente para determinar entre quienes está la diferencia, se realizó la prueba de comparaciones múltiples (prueba de Scheffé) en donde se encontraron diferencias significativas ($p<0.05$). Concluyen que el uso de

MC como estrategia de enseñanza-aprendizaje favorece la adquisición de conocimientos relacionados al tema adiciones de la materia de formación Cívica y Ética.

Romero (2009), utilizó MC como estrategia metacognitiva en el tema de diversidad genética en el Colegio de Ciencias y Humanidades perteneciente a la UNAM. Se trabajó con un grupo de 20 alumnos regulares del quinto semestre que cursaban la asignatura de Biología III, en este estudio no hay grupo control. Como primera etapa se realizó una prueba para conocer las ideas previas de los alumnos, posteriormente se entrenó al grupo en la elaboración de mapas conceptuales, y se impartió la clase correspondiente al tema biodiversidad genética, se aplicó una evaluación a partir de la elaboración de mapas conceptuales y una redacción. Los mapas fueron analizados mediante una matriz de asociación y la prueba de Olms tead Tukey y finalmente se evaluaron mediante el nivel de taxonomía topológica y se compararon con la categoría de comprensión lectora. Los resultados muestran que los temas encontrados como dominantes correspondían a los conceptos principales que se utilizan para explicar el tema de diversidad genética, en cuanto a la taxonomía y comparación lectora si existe una correlación directa. Se concluyó que los mapas conceptuales son una excelente herramienta metacognitiva ya que se llevan a cabo diversos procesos metacognitivos como el identificar toda una gama de conceptos, seleccionar palabras inclusivas y jerarquizarlas, integrando la nueva información y llegar así a un nivel de análisis. No hay comparación que indique que sea mejor que otras estrategias.

Turcott (2010) utilizó los MC como estrategia de aprendizaje, para mejorar la impartición de la materia de Química en alumnos del tercer año de la escuela secundaria No. 304 "Juan Rulfo" de la delegación Tláhuac, México. Se trabajó con 48 alumnos pertenecientes a dos grupos, se dividieron aleatoriamente en cuatro grupos, dos controles y dos experimentales. Al grupo 1 experimental y al grupo 1 control se les aplicó un pre-test, y a los cuatro la post-prueba. También se aplicó un cuestionario de estrategias de aprendizaje y hábitos de estudio. Los más

usados para la asignatura son los siguientes: resumen 20%, subrayado 16% y apuntes del profesor 25 %. A los grupos experimentales se les impartió un curso de MC, que consistió en tres sesiones, los cuales utilizaron como estrategia de aprendizaje en la materia de química. Los grupos control estudiaron la unidad temática con las estrategias que ellos utilizaban. Los datos del pos-test fueron analizados y se encontró que existen diferencias significativas entre los cuatro grupos ($F= 5.439$; $p < 0.05$). Para conocer en qué consistieron esas diferencias se realizó la prueba de Tukey. En estas comparaciones las pruebas muestran, que si existen diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$), entre las estrategias usuales y los mapas conceptuales, estas diferencias indican que la utilización del MC es útil en el aprendizaje de la materia Química.

CAPÍTULO IV. MÉTODO

4.1 Escenario de intervención

El presente estudio se realizó en el Colegio de Ciencias y Humanidades Plantel Azcapotzalco el cual se encuentra ubicado en Avenida Aquiles Serdán No. 2060. Col. Ex hacienda del Rosario, Azcapotzalco C.P 02020. México, D.F. al Norte colinda con el metro el Rosario y al Sur con Avenida Legarúa y Mariano Escobedo y en el Plantel Naucalpan ubicado en la zona metropolitana al Norte de la ciudad en Calzada de los Remedios No.10 Col. Los Remedios, Naucalpan de Juárez Estado de México. Ambos planteles cuentan con aulas y laboratorios, equipos tecnológicos, acervo bibliográfico, materiales y mobiliario para que el estudiante lleve a cabo sus funciones sin obstáculos.

4.2 Participantes

El estudio se aplicó con 70 alumnos del Colegio de Ciencias y Humanidades (CCH), que cursaban la asignatura de Biología III periodo 2010-1, de los cuales 23 alumnos (grupo 1) eran regulares del quinto semestre pertenecientes al plantel Azcapotzalco turno matutino, y 47 alumnos (grupo 2 y 3) de la asignatura de Biología III pertenecientes al plantel Naucalpan turno matutino; la edad de los participantes fluctuó entre los 16 a 20 años con un promedio de 17 años; un 37% pertenece al sexo masculino y un 63% al sexo femenino.

El grupo 1 y 2 (plantel Azcapotzalco y Naucalpan) se entrenaron para elaborar MC y la clase fue impartida por la experimentadora.

El grupo 3 (grupo control) no recibió entrenamiento en la elaboración de MC y la clase fue impartida por el profesor de la asignatura de Biología III.

4.3 Estrategia implementada

- I. En todos los grupos se realizó un cuestionario diagnóstico (pre-test) para conocer las ideas previas de los alumnos sobre el tema fotosíntesis, esta realizó tomando en cuenta los contenidos del Programa de Estudios de Biología III del Colegio de Ciencias y Humanidades (Anexo 1). Los reactivos fueron elaborados de acuerdo las recomendaciones metodológicas para el

diseño de un cuestionario de García (2008). El instrumento quedó conformado por 10 reactivos de opción múltiple cada uno fue triplicado para obtener un total de 30 reactivos, además se integraron 7 preguntas de falso y verdadero, que dan como resultado un total de 37 reactivos (Anexo 2).

Posteriormente se utilizó un manual realizado por Ramírez y Zárate (2006) para enseñar a los alumnos a elaborar MC basado en los criterios propuestos por Novak y Gowin (1988) (Anexo 3).

II. Estrategias para la enseñanza de MC (Anexo 4)

Mediante un curso taller de 1 sesión de 2 horas se instruyó a los grupos 1 y 2 en la elaboración de MC. A continuación se explican las dos etapas que se llevaron a cabo para implementarlos basado en los criterios de Novak y Gowin (1988):

Etapas I. Actividades previas a la elaboración de MC o etapa de preparación:

- Para el *reconocimiento de términos conceptuales*. Se presentó una lista con nombres de objetivos y otra con acontecimientos que resulten conocidas para los alumnos. Por ejemplo, nombres de objetos: árbol, nube, perro. Los acontecimientos podrían ser: llover, talar, limpiar. Posteriormente se preguntó a los alumnos que diferencia existía entre las dos listas. Para esto se trato de ayudar a los alumnos a darse cuenta que la primera lista era de cosas u objetos mientras que la segunda era de sucesos y acontecimientos.
- Para el *reconocimiento de imágenes mentales*. Se solicitó a los alumnos que describieran lo que pensaban cuando escuchan la palabra coche, gato, etc. La actividad se repitió utilizando palabras que describan acontecimientos y finalmente se explicó diferencias que existen entre imágenes mentales, o conceptos que tenemos de los acontecimientos. En resumen se explicó que los conceptos son las representaciones mentales que hacemos de los objetos y acontecimientos. De esta manera fue así como se presentó la palabra concepto.
- Para el *reconocimiento de palabras enlace*. Se nombró una serie de palabras como: eres, donde, el, es, entonces, con. Se preguntó a los

alumnos que les venia a la mente cuando oyen cada una de estas palabras. Se les explicó que estas palabras no son términos conceptuales, las llamaremos palabras de enlace y las utilizamos cuando hablamos y cuando escribimos. Las palabras de enlace se utilizan conjuntamente con los conceptos, para formar frases que tengan significados.

- Para el *reconocimiento de nombres propios*. Los nombres de personas, acontecimientos, lugares u objetos determinados no son términos conceptuales sino nombres propios. Se les preguntó ¿Qué diferencias encuentra entre los términos conceptuales y los nombres propios? Los términos conceptuales indican regularidades y se aplican a cualquier ser, lugar u otro concepto. En cambio los nombres propios individualizan, se aplican a un solo caso, aunque también pueden aplicarse a varios casos distintos pero en un número limitado.
- Se escribieron en el pizarrón algunos ejemplos de proposiciones con el fin de ilustrar como el hombre utiliza conceptos y palabras enlace, para transmitir un significado. Por ejemplo: El sillón es muy suave.
- Para *la construcción de proposiciones*. Se solicitó a los alumnos elaboraran frases breves que tengan sentido, que sean lógicas y claras, señalando los conceptos con una "C" y las palabras enlace con una "PE".

El sillón es muy suave
PE C PE C

- Posteriormente se les entregó una lista de conceptos para que construyeran por equipo de 5 integrantes un MC. Los mapas construidos por los alumnos se presentaron en clase para discutir su elaboración.
- *Aplicación de conocimientos*. Como actividad individual se les indicó realizaran de manera individual la lectura de un pequeño párrafo (Anexo 4) e identificaran los conceptuales, palabras enlace y elaboraran un MC para comprobar el conocimiento adquirido.

Etapa II. Actividades de elaboración de MC

- Lista de conceptos y lista de palabras enlace. Se eligió un texto especialmente significativo del tema a tratar, los alumnos realizaron la

lectura en silencio y seleccionaron los conceptos más importantes, es decir aquellos conceptos necesarios para entender el significado del texto, además de seleccionar las palabras enlace.

- Posteriormente jerarquizaron y ordenaron los conceptos desde los más generales a los más específicos. Se les indicó colocar el concepto más inclusivo al principio de una nueva lista ordenada de conceptos disponiendo en ella los restantes conceptos de la primera lista hasta que todos los conceptos quedaron ordenados de mayor a menor generalidad e inclusividad.
- Utilizaron líneas para conectar conceptos, escribiendo una expresión que resumiera la relación existente entre cada par de conceptos relacionados.
- Los mapas construidos por los estudiantes se presentaron en clase para discutir su elaboración y aclarar dudas.

III. A partir de la explicación sobre los MC se procedió a impartir el tema fotosíntesis la cual consistió en 3 sesiones de 2 horas cada una. Para ello se elaboró la planeación tomando en cuenta las ideas previas de los alumnos (Anexo 4) y se aplicó de manera individual y colaborativa el MC como estrategia de aprendizaje en los subtemas.

IV. Para la evaluación de los MC se utilizó el modelo de puntuación propuestos por Novak y Gowin (1988) presentado en la página 40.

V. Finalmente después de la intervención se aplicó a todos los grupos un post-test para conocer las diferencias en cuanto a los conocimientos adquiridos después de aplicar los MC como estrategia de aprendizaje.

4. 4 Análisis de los datos

I. Análisis cuantitativo de los datos

A partir de los datos obtenidos del cuestionario inicial y final se llevó a cabo la evaluación cuantitativa para conocer si hubo diferencias significativas en la comprensión del tema. Esta se realizó mediante la prueba Kruskal-Wallis y el

análisis estadístico de los resultados se realizó utilizando el programa Statcar versión 8.0.

Las variables a evaluar fueron las siguientes:

- Dependiente: aprendizaje del proceso de fotosíntesis.
- Independiente: uso de MC como estrategia de aprendizaje.

Las hipótesis estadísticas que se sometieron a prueba fueron las siguientes:

- Ho: El uso de MC como estrategia de aprendizaje no favorece cambios significativos en el aprendizaje de conceptos del tema Fotosíntesis.
- Ha: El uso de MC como estrategia de aprendizaje favorece cambios significativos en el aprendizaje de conceptos del tema Fotosíntesis.

Para ello los resultados se analizaron tomando en cuenta lo siguiente:

a) comparación inicial entre los grupos, b) prueba mixta antes y después de aplicar MC, y c) comparación múltiple entre los grupos.

a) Comparación inicial de los grupos. Para comprobar la equivalencia entre los grupos se realizaron prueba de medianas y Kruskal-Wallis. Ambas pruebas se realizaron para comparar y determinar si los grupos son iguales o diferentes en cuanto a las calificaciones obtenidas en el cuestionario inicial.

Para ambas pruebas las hipótesis fueron las siguientes:

- Ho: $p \geq 0.05$ Son iguales los grupos en cuanto a conocimientos previos
- Ha: $p < 0.05$ Son diferentes los grupos en cuanto a conocimientos previos

b) Prueba mixta. Se realizó el análisis de Kruskal-Wallis entre cuestionario inicial y final, para determinar las diferencias entre los grupos (antes y después de la intervención).

Las hipótesis para este análisis fueron las siguientes:

- Ho: $p \geq 0.05$ Son iguales las diferencias entre pre y pos-test entre los tres grupos.
- Ha: $p < 0.05$ No son iguales las diferencias entre pre y pos-test entre los tres grupos.

d) Comparación múltiple. Para determinar las diferencias entre los grupos se realizó una prueba de comparaciones múltiples de los rangos medios a partir de la prueba de Kruskal-Wallis.

Las hipótesis para este análisis fueron las siguientes:

- Ho: $p \geq 0.05$ Son iguales las diferencias entre pre y post test entre los grupos
- Ha: $p < 0.05$ No son iguales las diferencias entre pre y post test entre los grupos.

II. Análisis cualitativo (Taxonomía topológica de los MC)

El análisis cualitativo de los mapas se realizó mediante el nivel de taxonomía topología de Cañas y Novak (2006). El cual permite considerar la complejidad estructural del mapa y medir el progreso de los mismos a nivel del aula. La taxonomía topológica clasifica a los MC en siete categorías (0 a 6) y sus características son las siguientes:

Nivel 0

- a) Predominan explicaciones largas sobre conceptos
- b) Sin palabras de enlace
- c) Lineal (0-1 puntos de ramificación)

Nivel 1

- a) Predominan conceptos sobre explicaciones largas
- b) Faltan la mitad o más de las palabras de enlace
- c) Lineal (0-1 puntos de ramificación)

Nivel 2

- a) Predominan conceptos sobre explicaciones largas
- b) Faltan menos de la mitad de las palabras de enlace
- c) Ramificación baja (2 puntos de ramificación)

Nivel 3

- a) Sin explicaciones largas
- b) No faltan palabras de enlace
- c) Ramificación media (3-4 puntos de ramificación)
- d) Menos de 3 niveles de jerarquía

Nivel 4

- a) Sin explicaciones largas
- b) No faltan palabras de enlace
- c) Ramificación alta (5-6 puntos de ramificación)
- d) 3 o más niveles de jerarquía

Nivel 5

- a) Sin explicaciones largas
- b) No faltan palabras de enlace
- c) Ramificación alta (5-6 puntos de ramificación)
- d) 3 o más niveles de jerarquía
- e) De 1-2 enlaces cruzados

Nivel 6

- a) Sin explicaciones largas
- b) No faltan palabras de enlace
- c) Ramificación muy alta (7 o más puntos de ramificación)
- d) 3 o más niveles de jerarquía
- e) Más de 2 enlaces cruzados

Los autores de esta clasificación señalan que al aplicar la taxonomía, se debe seguir a las siguientes indicaciones:

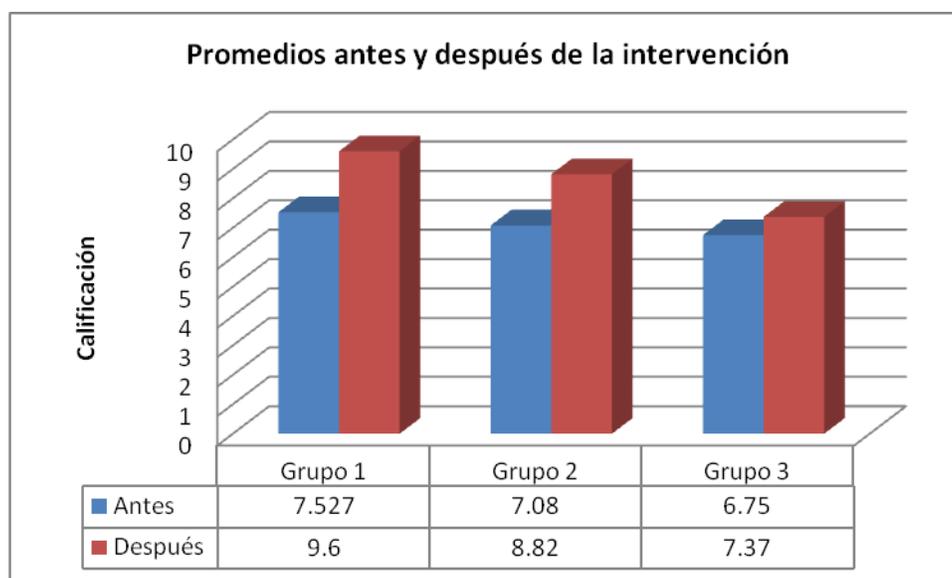
- Para pertenecer a un nivel dado, un mapa debe cumplir con todos los requisitos de ese nivel.
- Si un mapa no cumple con alguno de los requisitos de un nivel dado, entonces no pertenece a ese nivel sino a algún nivel más bajo.
- Puede darse el caso de que un mapa de un nivel dado presente elementos de un nivel superior; sin embargo, sólo cuando presente todos los elementos de ese nivel superior podrá pertenecer a él.

Con los resultados obtenidos y el análisis de los mismos se elaboraron las conclusiones.

CAPITULO V. ANÁLISIS DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 Análisis cuantitativo de los datos.

Se realizó la comparación entre pre-test y post-test y se identificaron los conocimientos adquiridos después de la intervención con MC. El grupo 1 tuvo un promedio inicial de 7.52 y un promedio final de 9.60, el grupo 2 de 7.08 a 8.83 y el grupo control de 6.75 a 7.37, es decir, el incremento promedio para el grupo 1 es de 20%, para el grupo 2 de 17% y el grupo 3 control de 6.2% (gráfica 1). Estos resultados presentan un avance positivo en cuanto a los conocimientos adquiridos en los grupos con la intervención.



Gráfica 1. Comparación del promedio de los grupos antes y después de la intervención.

Debido a que los datos del pre-test y pos-test no presentaron un comportamiento normal, se decidió aplicar una prueba no-paramétrica de Kruskal-Wallis utilizando el programa STATISTICA, versión 8.0 (StatSoft, 2008). Para ello se realizó el siguiente análisis estadístico: a) comparación inicial de los grupos, b) prueba mixta test inicial y final, y c) comparaciones múltiples.

5.2 Resultados de comparación inicial de la prueba de medianas y Kruskal-Wallis.

Para conocer si los grupos eran equivalentes en cuanto a sus conocimientos previos se realizó la prueba de Mediana $p=0.4249$ ($p>0.05$) y la prueba de Kruskal-

Wallis $p=0.0898$ ($p>0.05$). Estos valores indican en ambas pruebas, que no existen diferencias significativas en prueba inicial entre los tres grupos, por lo que podemos afirmar que en general los grupos al comienzo de la intervención son semejantes en cuanto a sus conocimientos previos (tabla 4).

Prueba estadística	N	GI	H	Chi-cuadrada	p observada
Mediana	70	2	4.819924	1.711801	0.4249
Kruskal-Wallis	70	2	_____	_____	0.0898

Es de gran importancia demostrar que los grupos se encuentran en las mismas condiciones en cuanto a sus conocimientos previos, debido a que las diferencias entre prueba inicial y final entre los grupos pueden atribuirse a la intervención con MC.

5.3 Resultado de la prueba mixta. Para determinar si existen diferencias significativas después de la intervención se realizó la prueba de Kruskal-Wallis para las diferencias entre pre-test y pos-test. La prueba de Kruskal Wallis dio un valor de $p=.0044$ ($p < 0.05$) entonces se rechaza la H_0 a favor de la H_a . Por lo que con un error del 0.44% se puede afirmar que hay diferencias significativas entre el pre-test y post-test en los tres grupos (tabla 5).

Categorías	N	Suma de Rangos
Grupo 1	23	977.0000
Grupo 2	23	912.0000
Grupo 3 control	24	596.0000

Este resultado indica que entre los tres grupos existen diferencias en cuanto a los conocimientos adquiridos en el tema Fotosíntesis después de la intervención con

MC como estrategia de aprendizaje. Por lo que para indicar entre qué grupos está la mayor diferencia se realizó el siguiente análisis.

5.4 Resultados de la prueba de comparaciones múltiples.

Ya establecida la existencia de diferencias significativas, se procedió a determinar entre quienes están las diferencias y se realizó una prueba de comparaciones múltiples de los rangos medios para todos los grupos, la cual es específica para la prueba de Kruskal-Wallis. La prueba de combinación múltiple para los tres grupos (experimentales y control) dio un valor de $H=10.85901$ con $p=.0044$ ($p<0.05$). Estos valores indican que existen diferencias significativas entre pre y post-test en los grupos (tabla 6).

Tabla 6. Comparación Múltiple de los rangos medios para todos los grupos. H =10.85901 p =.0044 (gl: 2, N= 70)			
	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3 control
Grupo 1	_____	1.000000	0.008895
Grupo 2	1.000000	_____	0.037740
Grupo 3 control	0.008895	0.037740	_____

En este caso hay tres combinaciones: a) grupo 1 experimental vs grupo 2 experimental, b) grupo 1 vs grupo 3 control y c) grupo 2 experimental y grupo 3 control.

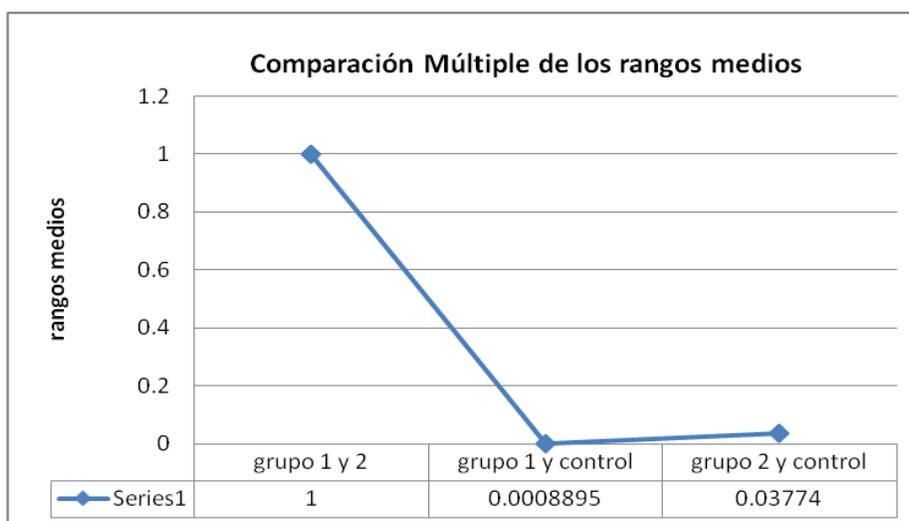
1.- Cuando se compara el grupo 1 experimental vs el grupo 2 experimental $p=1>0.05$, entonces no se rechaza H_0 . Esto implica que las diferencias entre pre y post - test entre ambos grupos es la misma. Lo que indica que los grupos a los cuales se aplicaron los MC como estrategia de aprendizaje tienen semejanzas en cuanto a los cocimientos adquiridos.

2.- Cuando se compara el grupo 1 experimental vs el grupo 3 control $p=0.008895<0.05$, entonces se rechaza H_0 en favor de H_a . Esto implica que las diferencias entre pre y post-test son mayores en el grupo 1 que en el grupo 3, esto es, que el grupo 1 experimental aprendió mejor el tema de fotosíntesis en comparación con el grupo control.

3.- Cuando se compara el grupo 2 experimental vs el grupo 3 control $p=0.03774 < 0.05$, entonces se rechaza H_0 en favor de H_a . Al igual que el anterior, implica que las diferencias entre pre y post-test son mayores en el grupo 2 que el grupo 3.

De acuerdo a lo anterior podemos afirmar que no existen diferencias entre el grupo 1 y el grupo 2 experimental, entre pre y post-test, esto es, los conocimientos adquiridos después de la intervención son similares.

También podemos afirmar con un error menor al 3.8% que tanto el grupo 1 como el grupo 2 poseen una mayor diferencia entre pre y post-test que el grupo 3 control (gráfica 2).



Gráfica 2. Comparación múltiple de los rangos medios para los grupos.

Al analizar los cuestionarios finales con respecto a los cuestionarios iniciales se detectó una modificación respecto a las ideas expuestas en un inicio, manejando conceptos que son similares a los académicamente aceptados. Este análisis permitió detectar las siguientes ideas:

La fotosíntesis es un proceso de transformación de energía luminosa a energía química, se captura CO_2 y se desprende O_2 , se requiere luz, agua, clorofila y pigmentos accesorios, que tiene dos fases de absorción de luz y otra de fijación del carbono, indican que el cloroplasto es el organelo encargado de la fotosíntesis en plantas superiores, que la fotosíntesis puede ser oxigénica y anogénica y puede ser realizado por plantas, algas y cianobacterias. Consideran su

importancia en la respiración aerobia, en la conformación de la atmósfera actual y se producen carbohidratos y otras moléculas importantes para los seres vivos. Sin embargo, confunden los sitios y los productos obtenidos de las fases de la fotosíntesis en el cloroplasto, es decir, comprenden que se requiere CO_2 , para la formación de carbohidratos y reconocen que la obtención de O_2 se da a partir del rompimiento de la molécula de agua, pero no ubican en que fase de la fotosíntesis se obtienen estos productos.

Los resultados muestran que al elaborar MC se organizan diferentes conceptos que involucran un proceso, por lo que los alumnos al utilizarlos como estrategia de aprendizaje aprenden de mejor forma los aspectos involucrados en el proceso de fotosíntesis. Según (Bower, *et al.*, 1969) (en Baddeley, 1999) argumentan que la organización jerárquica conceptual que maneja el MC facilita el recuerdo y la comprensión de la información, es decir, su elaboración refuerza los procesos de atención por el uso de conceptos claves Novak (1988: 135-140).

Además su elaboración exige al menos la participación de estrategias como la lectura, el subrayado, el resumen, el análisis de la información del texto, identificación de conceptos centrales, relación jerárquica, y de manera particular la representación gráfica a fin de que se organice el conocimiento para un mejor aprendizaje.

En este caso se observó que el proceso de elaboración de MC involucra una actividad en la que el alumno tiene un papel activo, pues se tiene que tomar decisiones sobre los conceptos que tiene que elegir y la forma en que los va a organizar, propicia a aprender a relacionar los hechos, ideas y conceptos entre sí. Como ha sido descrito por (Novak y Gowin, 1988; Ontoria *et al.*, 1996; González, 2008) esta estrategia implicó la toma de decisiones sobre el tipo de relación que se establece entre la nueva información y las propias ideas.

Involucró la capacidad de sintetizar, estructurar, organizar, y relacionar la información lo que implica un pensamiento autónomo e individual. Esto es de gran importancia para propiciar el aprendizaje. Además se observó cuanto más grande es la relación entre conceptos, la capacidad del alumno por establecer nuevas

relaciones es mayor, generando, al mismo tiempo nuevas ideas o mejores explicaciones.

Durante la ejecución de tareas de aprendizaje que requieren la instrucción para organizar el material por aprender, se activa el recuerdo del material; provocando el incremento del aprendizaje (Bower, *et al*, 1969; Barlett, 1932; Mandler, 1976, en Baddeley, 1999).

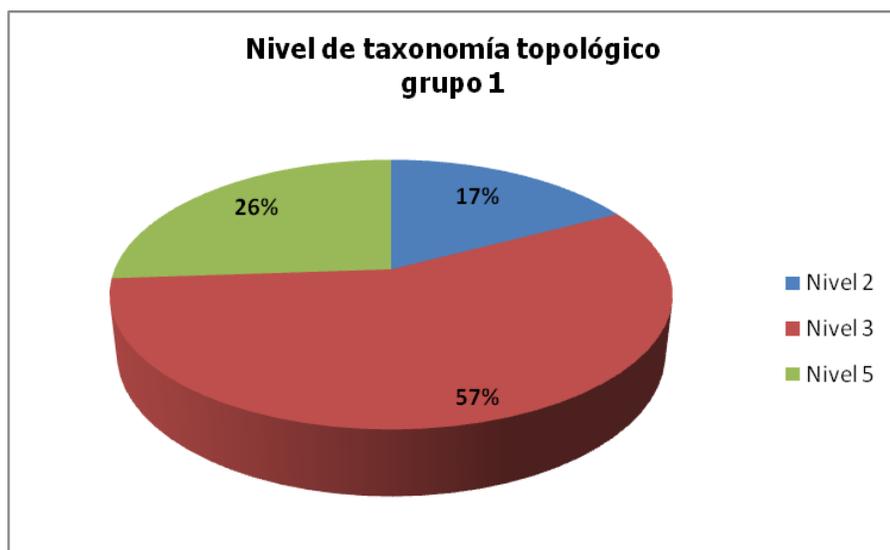
Esto puede explicar los resultados, dado que el proceso de elaboración de MC permitió dar orden y sentido a la información que aparentemente a parece como secuencias lineales en textos, permite al alumno organizar eficazmente el conocimiento y de acuerdo con autores como Pozo, 1989, (en Coll *et al.*, 1996) los MC están dentro de las estrategias que pretenden organizar los nuevos conocimientos, integra la información en un todo, estableciendo relaciones y ayudan a organizar el pensamiento de los alumnos. Hace referencia a diferenciar la importancia de los conceptos y sacar las palabras enlace, desglosando las ideas principales. Durante el trabajo realizado, los alumnos fueron capaces de identificar los conceptos claves del tema, centran la atención en las ideas importantes haciendo más evidentes los conceptos relevantes.

De acuerdo con autores como Novak y Gowin (1988); García (2006); Ontoria, *et al.*, (1996) en la elaboración de MC, los conceptos, y las proposiciones, son elementos centrales en la estructura del conocimiento y en la construcción del significado. Esto permitió favorecer su capacidad para el estudio, tener y repasar las ideas fundamentales sobre el tema, con lo que implica el refuerzo de las ideas básicas y establecer vínculos entre conjuntos de conceptos afines, por ello se recomienda el empleo del MC para ayudar a los alumnos a estudiar dichas relaciones. Por lo anterior es de gran importancia que el docente promueva habilidades y estrategias de aprendizaje que favorezcan los aprendizajes esperados en función de las demandas de la tarea.

6. Análisis cualitativo

6.1 Taxonomía Topológica.

El análisis cualitativo de los MC se realizó mediante el nivel de taxonomía topológica de Cañas y Novak (2006). La taxonomía topológica clasifica a los MC en siete categorías (0 a 6), la gráfica 3 muestra que el grupo 1 presentó un nivel 2 con un 17%, es decir, los MC elaborados por los alumnos tenía conceptos claves sin explicaciones largas, contenían la mayor parte de palabras enlace y ramificación baja. Un nivel 3 con un 57% con conceptos claves, con palabras enlace, ramificación media y menos de tres niveles de jerarquía. Un nivel 5 con un 26%, presenta conceptos claves, con palabras enlace, ramificación alta y con tres o más niveles.



Gráfica 3. Porcentajes de nivel de taxonomía topológica grupo 1.

En la gráfica 4 se presentan el grupo 2, presentó un nivel 2 con un 26%, un nivel 3 con un 52%, con conceptos claves, con palabras enlace, ramificación media y menos de tres niveles de jerarquía. Un nivel 5 con un 22%, con conceptos claves, con palabras enlace, ramificación alta y con tres o más niveles de jerarquía.



Gráfica 4. Porcentajes de nivel de taxonomía topológica grupo 2.

En la gráfica 5 se muestra en conjunto a los grupos 1 y 2, presentaron un nivel 2 con un 22%, un nivel 3 con un 54%, un nivel 5 con un 24% con conceptos claves, con palabras enlace, ramificación alta y con tres o más niveles de jerarquía. Los alumnos fueron capaces de identificar los conceptos centrales del tema y organizar la jerarquía conceptual a partir de ellos, lo cual es indicativo que conocen la técnica de elaboración de mapas, sin embargo, es necesario que los alumnos desarrollen una mejor complejidad estructural de los MC en los cuales puedan integrar mejor sus conocimientos (Anexo 5).



Gráfica 5. Porcentajes de nivel de taxonomía topológica grupo 1 y 2.

De acuerdo a los resultados son pocos los alumnos que logran cubrir los niveles más altos de complejidad del mapa, esto a pesar de que identifican los conceptos claves y las relaciones entre ellos, presentan dificultad al ordenar claramente los niveles jerárquicos. Al respecto Coll *et al.* (1996) mencionan que la función principal de la instrucción debe ser ayudar al alumno a construir una pirámide de conceptos. Por ello la forma más eficaz, -aunque la forma más compleja- de adquirir cuerpos organizados de conocimiento es precisamente organizarlos de modo jerárquico. Esto podría explicar los resultados debido a que la jerarquización es la forma más compleja de organización que presentan los mapas. Sin embargo, se observó que el proceso de jerarquización se vuelve progresivamente más rápido con la práctica.

6.2 Aplicaciones de los MC

Una vez que los alumnos adquirieron las habilidades básicas necesarias para construir MC, se propusieron actividades en forma individual y colaborativa para utilizar los MC como estrategia de aprendizaje en el tema Fotosíntesis. La forma de evaluación consistió tomando en cuenta la jerarquización, relaciones cruzadas, y proposiciones. Para ello se realizó la lectura de un texto con los conceptos más importantes para construir un MC y explicarlo por equipo en plenaria. La figura 5 y 6 presenta algunos mapas¹¹ elaborados por los alumnos del 5° semestre de Biología III.

¹¹ Los mapas fueron elaborados a partir de los originales para una mayor claridad.

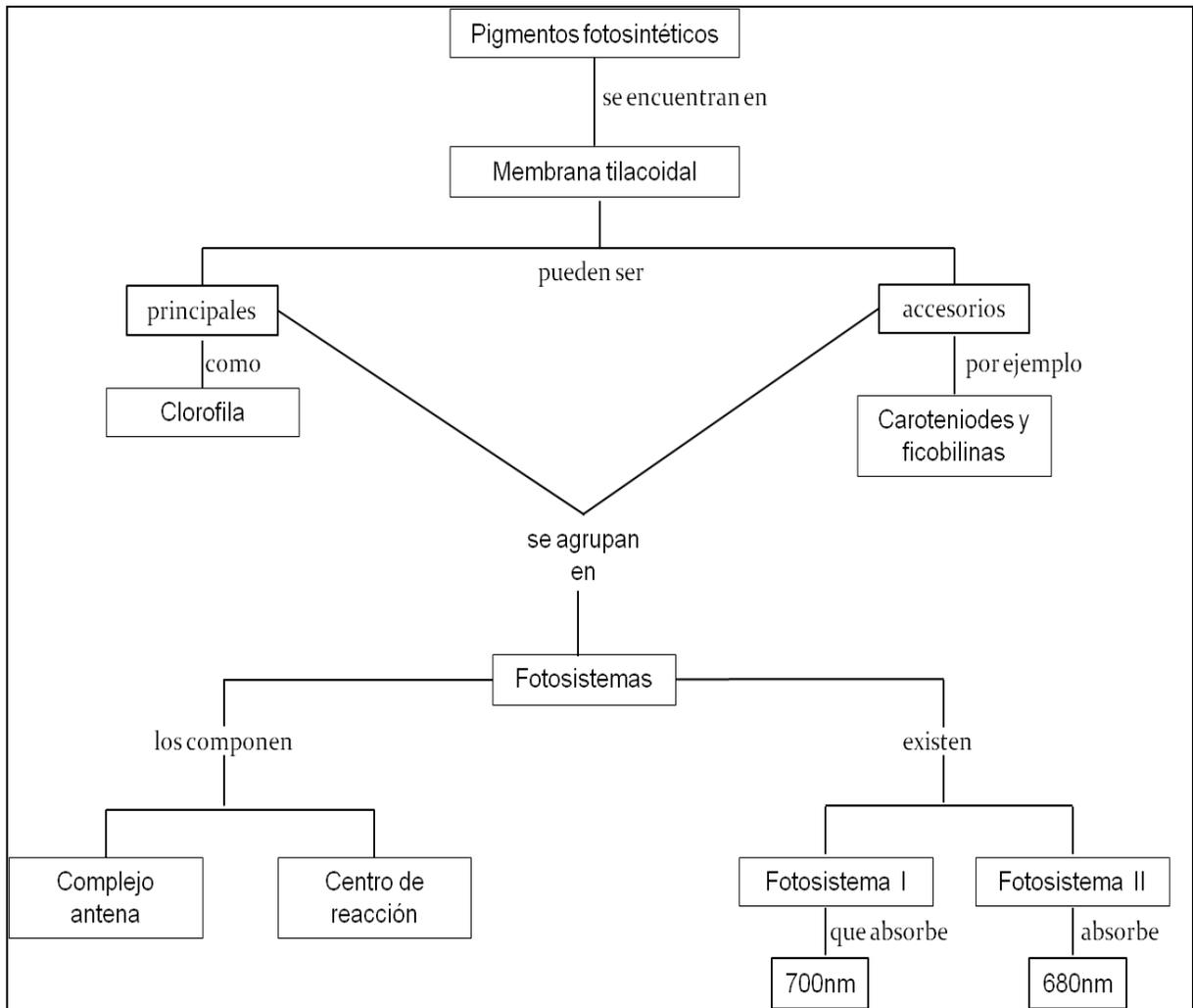


Figura 5. Mapa conceptual sobre “Pigmentos fotosintéticos” realizado por alumno de Biología III

Puntuación de acuerdo con el modelo de Novak y Gowin (1988):

Relaciones (si son válidas)	1 x 15 =	15
Jerarquía (si es válida)	4 x 5 =	20
Conexiones cruzadas (si son válidas y significativas)	10 x 2 =	20
Ejemplos (sin son válidos)	3 x 1 =	3
Total		58

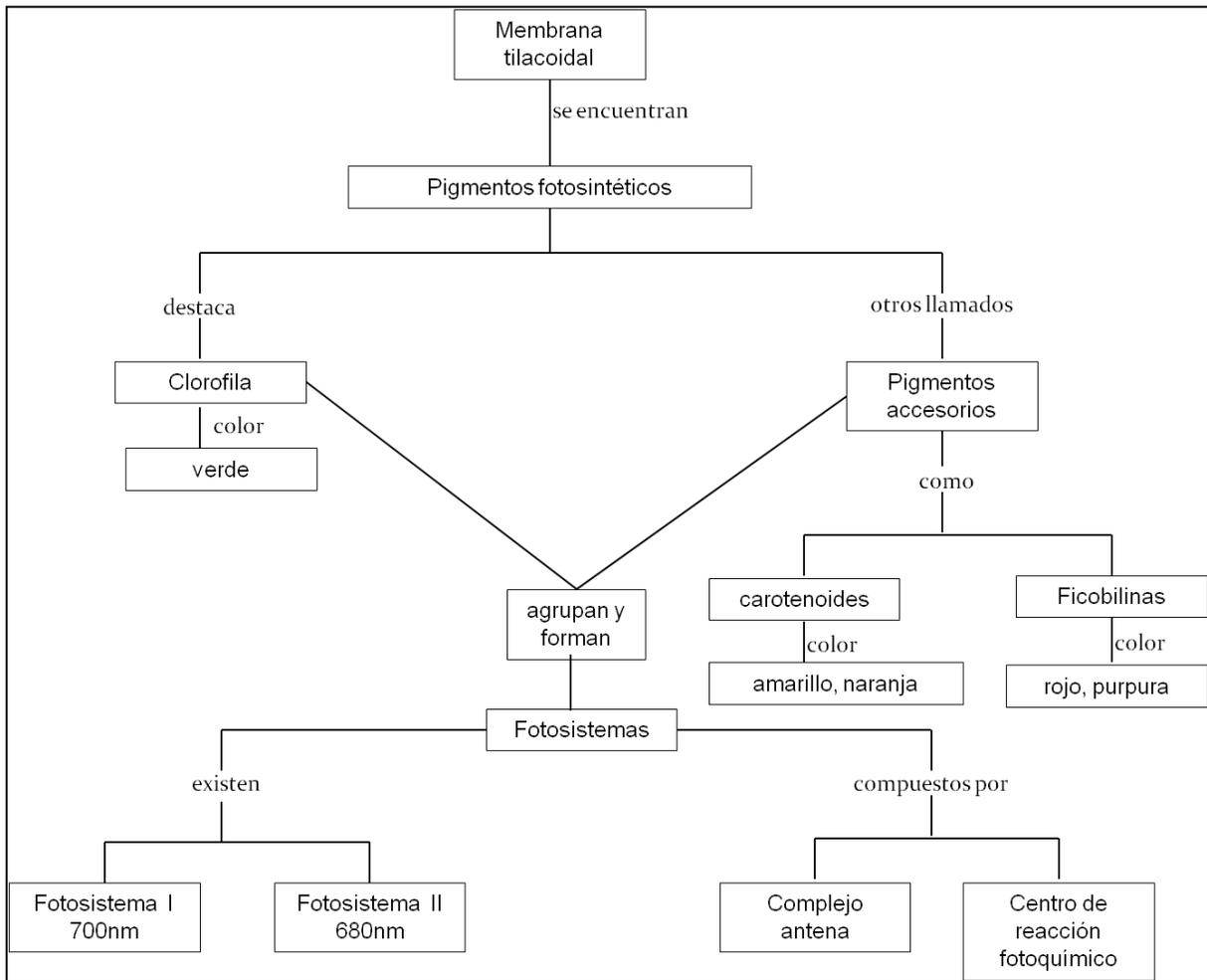


Figura 6. Mapa conceptual sobre “Pigmentos fotosintéticos” realizado por alumno de Biología III.

Puntuación de acuerdo con el modelo de Novak y Gowin (1988):

Relaciones (si son válidas)	1 x 15 =	15
Jerarquía (si es válida)	4 x 5 =	20
Conexiones cruzadas (si son válidas y significativas)	10 x 2 =	20
Ejemplos (sin son válidos)	3 x 1 =	3
Total		58

Los alumnos (Figura 5 y 6) presentan relaciones válidas entre conceptos, se presentan relaciones cruzadas entre la unión de la clorofila, pigmentos accesorios y los fotosistemas. En la figura 1 la jerarquización se colocó como concepto más inclusivo la membrana de los tilacoides, que si bien es parte importante del mapa no es el concepto más incluyente, el concepto más incluyente serian los pigmentos fotosintéticos, los cuales se encuentran en la membrana de los tilacoides, esto de acuerdo a la lectura proporcionada. En cambio el MC figura 3 se coloca a los pigmentos fotosintéticos como el concepto más inclusivo y se encuentran también las relaciones cruzadas que presenta la figura 1. Si bien no existe una única posibilidad de mapa conceptual correcto todo MC es una muestra de las jerarquías de los conceptos y relaciones aprendidas, es decir, se observa como los alumnos asimilan la información. Sin embargo, en algunas ocasiones un mapa cuyas jerarquías conceptuales parecieran estar invertidas puede indicar malos entendidos por parte del alumno, o una forma inusualmente creativa de considerar relaciones conceptuales correctas (Galagovsky, 1996).

De acuerdo a lo anterior las características generales que presentaron los mapas conceptuales son las siguientes:

- Se utilizan casi todos los conceptos
- Hay una disminución de proposiciones erróneas
- Existe una organización jerárquica claramente definida, y coherente desde el punto de vista de la naturaleza inclusiva de los conceptos.
- Se identifica el concepto más inclusivo.
- Aparece algún ejemplo en algún concepto.
- Aparecen menos relaciones lineales entre conceptos o no aparecen en absoluto.

Estas características están en proporción directa con el número de conceptos, es decir, se observó que los alumnos manejan de mejor forma los MC cuando el número de conceptos es menor.

Al finalizar el tema se solicitó de forma individual elaborar un MC con los conceptos revisados (figura 7 y 8)

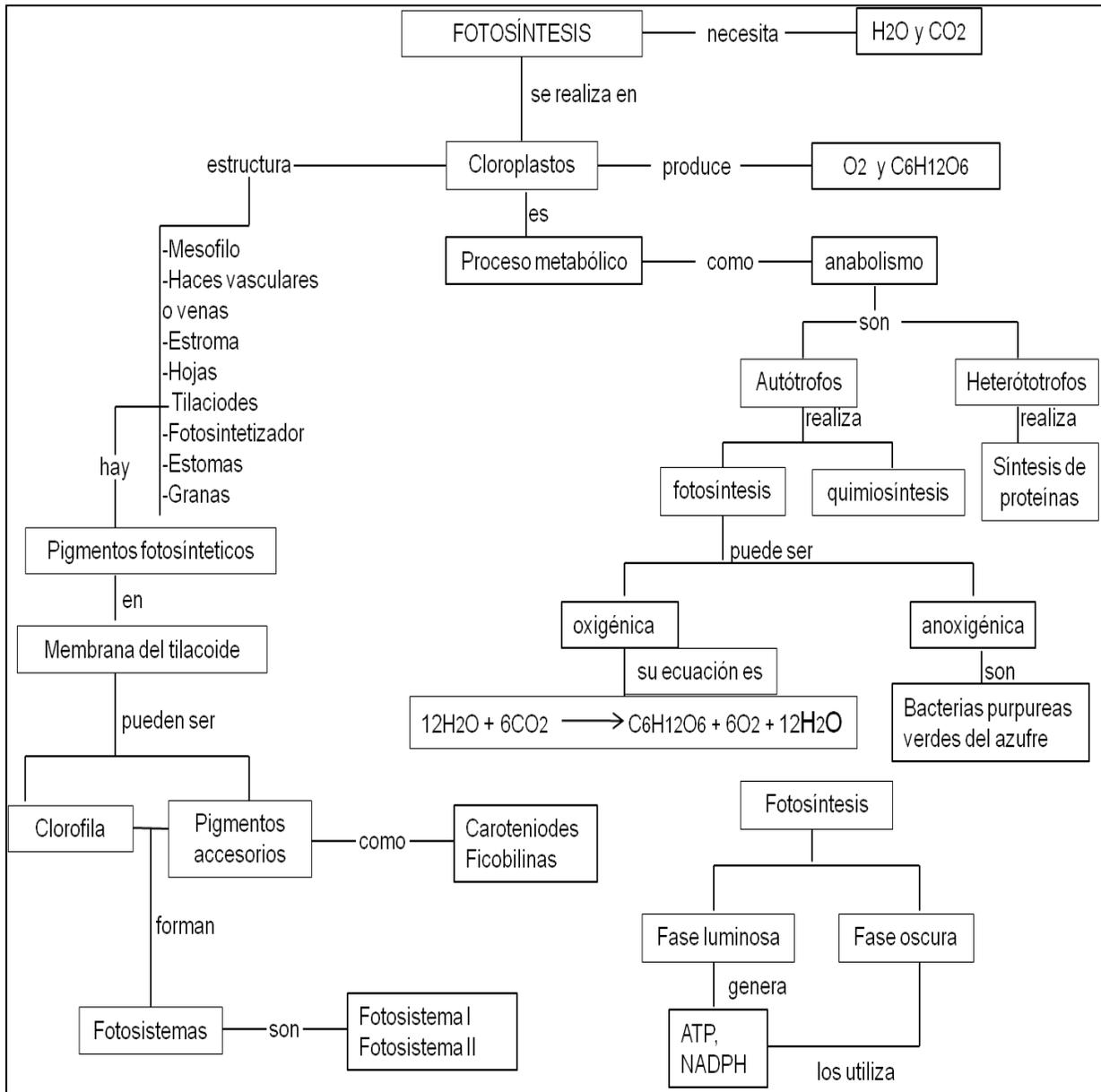


Figura 7. Mapa conceptual sobre “Fotosíntesis” realizado por alumno de Biología III.

Puntuación de acuerdo con el modelo de Novak y Gowin (1988):

Relaciones (si son válidas)	1 x 31	=	31
Jerarquía (si es válida)	0 x 5	=	0
Conexiones cruzadas			
(si son válidas y significativas)	10 x 4	=	40
Ejemplos (sin son válidos)	4 x 1	=	4
Total			75

Se observó que los mapas presentan la relación de fotosíntesis como un proceso de transformación de energía, se lleva a cabo en las hojas de las plantas dentro de los cloroplastos, tiene dos fases luminosa (en la membrana de los tilacoides) y oscura o independiente de luz (en el estroma del cloroplasto), donde se requieren compuestos como el agua, CO_2 , pigmentos fotosintéticos como la clorofila y pigmentos accesorios como carotenoides, ficobilinas, estos forman fotosistema I y II, los cuales están conformados por un centro de reacción fotoquímica y un complejo antena para capturar energía en la fase luminosa, los productos de la fase luminosa son ATP (Adenosin Trifosfato) y NADPH (Nicotinamida-Adenina-Dinucleótido-Fosfato) con liberación de oxígeno, estos son utilizados en la fase oscura para la fijación del CO_2 y producción de carbohidratos y otros compuestos orgánicos. También establecen que el proceso fotosintético puede ser de dos tipos oxigénica en el cual se libera oxígeno y es llevado a cabo por organismos autótrofos como las plantas, algas y cianobacterias y anoxigénica llevada a cabo por bacterias purpúreas y del azufre. Sin embargo, a pesar de que manejan la mayor parte de los conceptos no muestran una clara jerarquización de los mismos. De acuerdo a este análisis se observó, que una de las dificultades que se presenta con mayor frecuencia es la jerarquización correcta de los conceptos, principalmente cuando integran todos los conceptos revisados sobre el tema Fotosíntesis. Lo cual indica que el proceso de jerarquización del MC requiere de mayor tiempo y práctica. Es por ello importante que el docente conozca el nivel jerárquico de los contenidos que enseña, las interrelaciones que estos guardan entre sí y, que ayude a los alumnos a entender la estructura conceptual existente en la disciplina que enseña.

El MC es un recurso válido como evaluación formativa y a su vez apreciar las capacidades organizativas de cada alumno tomado en cuenta contenidos declarativos, procedimentales y actitudinales.

- Declarativos: *“los MC constituyen una representación explícita de los conceptos y proposiciones que posee el alumno”* (Novak y Gowin, 1988), es la representación de su esquema conceptual y a partir de su construcción se identificó la comprensión que tenían los alumnos sobre el tema. Esto

mediante la identificación de aciertos y errores dentro de las relaciones conceptuales.

- Procedimentales. A partir de la construcción del MC el alumno pone en marcha procesos intelectuales como organizar, clasificar, discriminar, ejemplificar e interpretar la información para una mejor comprensión. Exige al menos la participación de estrategias como la lectura, el subrayado, el resumen, el análisis de la información de texto, identificación de conceptos centrales, y la relación jerárquica, para evidenciar su capacidad de organización y aprendizaje en la construcción del MC.
- Actitudinales algunos de los mapas al ser expuestos, analizados y discutidos en grupo, permitió compartir ideas, ya que al discutir entre ellos que conceptos relacionar o que conexiones establecer, se están mostrando los conocimientos propios y los comparten con los miembros del equipo, y al presentarlos en plenaria deben esforzarse en explicarlos, y por otra parte, enriquecen su estructura conceptual al considerar las aportaciones de sus compañeros. La discusión del MC facilitó la integración de los conceptos nuevos. Se pudo apreciar que son una herramienta objetiva que permite manejar los contenidos, permitiendo al alumno interactuar con el grupo y el profesor, ya que para aprender el significado de cualquier conocimiento es preciso dialogar, intercambiar ideas. Todo esto me permitió evaluar su participación y responsabilidad para realizar el trabajo en el aula.

De acuerdo a González (2008), este instrumento aporta beneficios al alumno ya que difícilmente podría establecer conexiones entre los conceptos si no existe previamente esta organización en la mente del alumno. Es necesario que el alumno esté bien informado sobre el significado de cada uno de sus aspectos y pueda así interpretar o autoevaluar su creación a medida que va elaborándola.

Es por ello que recomiendo al alumno realice borradores antes de entregar el mapa definitivo ya que, en este proceso de construcción y reconstrucción se percatara de nuevas relaciones, pero si durante su elaboración no sabe introducir algún concepto es indicio de que no tiene totalmente asimilado este concepto o los con él relacionados. Si el alumno aprovecha esta información, estudiara los

conceptos involucrados para confeccionar mejor su mapa. Los MC son una poderosa y eficaz forma de autoevaluación que conduce a un mayor control personal del propio aprendizaje.

Considero al igual que varios autores (Álvarez y Arias, 1998; Contreras, 1997; Fonseca, 2000) para que los MC sean efectivos es necesario que los alumnos reciban una guía adecuada para el uso de esta estrategia, donde se les proporcione supervisión y retroalimentación, a sus interpretaciones o bien discutan y elaboren sus mapas con los pares en ambientes colaborativos.

7. Conclusiones

El análisis del mapa conceptual como estrategia de aprendizaje en el tema fotosíntesis, y tomando como referencia el Programa de Estudios de la asignatura de Biología III impartida en el CCH, se concluye lo siguiente:

Al utilizar el mapa conceptual como estrategia de aprendizaje los alumnos aprenden mejor las relaciones entre conceptos, apoya al alumno a aprender a aprender; su construcción implica un proceso de toma de decisiones para organizar jerárquicamente las relaciones entre conceptos. Involucra procedimientos que utiliza el alumno para transformar y comprender la información. Desde esta perspectiva el alumno tiene un papel activo en la construcción de su propio aprendizaje.

En cuanto a los conocimientos adquiridos se determinó a través de la aplicación del post-test que la mayoría de los alumnos asimiló e incorporó los conceptos que le permitieron tener una mejor comprensión sobre el tema fotosíntesis. Cualitativamente los MC presentaron un nivel 2 con un 22%, un nivel 3 con un 54%, un nivel 5 con un 24%, a partir de esto se encontró que existe dificultad para la jerarquización de conceptos, sin embargo, se observó que a través de la práctica y de un trabajo guiado puede mejorar la estructura. Aspecto que de acuerdo a Novak y Gowin (1988) arrojan información importante sobre la representación explícita de los conceptos y proposiciones que posee el alumno, su comprensión y procesamiento de la información.

El mapa conceptual es instrumento útil que permite organizar eficazmente el material por aprender, mejora la interpretación del texto, da significado a la lectura y proporciona mayor comprensión.

El método utilizado en la enseñanza del mapa conceptual basado en los criterios de Novak y Gowin (1988), favoreció el reconocimiento de los elementos y características del mapa conceptual para su elaboración.

Sugerencia a los docentes en la utilización del mapa conceptual:

- Realizar de manera explícita la planeación didáctica; ya que conjunta una serie de actividades en forma lógica y sistemática con el fin de lograr en un

tiempo determinado los aprendizajes esperados y a partir de esto saber cómo, cuándo y por qué utilizar el mapa.

- Utilizar la estrategia propuesta por Novak y Gowin (1988) para el reconocimiento de términos conceptuales y palabras enlace.
- Como estrategia de evaluación formativa para visualizar la representación conceptual que tienen los alumnos sobre el tema, y así corregir en tiempo y forma errores conceptuales. Para ello es importante que el docente conozca el contenido de la disciplina que imparte para detectar con mayor facilidad los errores conceptuales que presente el alumno en la elaboración del mapa conceptual.
- Para evaluar contenidos procedimentales, a partir de su elaboración el alumno organiza, clasifica, discrimina, jerarquiza, ejemplifica e interpreta el conocimiento, y durante este proceso es importante observar la responsabilidad, el respeto a las opiniones de sus compañeros y la participación individual o grupal en la elaboración.
- Evitar y dar por hecho que los alumnos saben elaborar mapas conceptuales, porque en ocasiones no es así: por lo tanto los docentes deben de guiar a los alumnos en el proceso de construcción que así se requiera para una mayor comprensión y el logro de los aprendizajes esperados.
- Se puede aplicar en otros temas de la asignatura de Biología, por ejemplo, la célula, el origen de la vida, evolución, biodiversidad, metabolismo, ya que contienen conceptos que juegan un papel fundamental en la formación de las teorías biológicas.
- Es conveniente usar diversos recursos y estrategias como la lectura, resumen argumentativo, la exposición, discusión grupal y modelos, para enriquecer el proceso de aprendizaje.

Sugerencias a los alumnos al elaborar un mapa conceptual:

- Se sugiere realizar primero, la lectura del texto, seleccionar los conceptos más importantes, ordenarlos de mayor a menor generalidad, elegir palabras

enlace para formar proposiciones, buscar relaciones cruzadas y realizar la interpretación escrita del mapa.

- Una vez terminado, conviene repetir el mapa para mejorar su claridad y establecer nuevos enlaces o relaciones que antes no se había observado.
- Para tener un mejor dominio se recomienda una práctica continua para obtener resultados satisfactorios.
- Se puede utilizar en cualquier tema o asignatura cuyo objetivo sea la comprensión, organización y la relación de conceptos.

ANEXOS

ANEXO 1

PROGRAMA DE BIOLOGÍA III

PRIMERA UNIDAD. ¿CÓMO SE EXPLICA LA DIVERSIDAD DE LOS SISTEMAS VIVOS A TRAVÉS DEL METABOLISMO?

PROPÓSITO:

- Al finalizar la Unidad, el alumno comprenderá qué es el metabolismo, a través del estudio de diferentes rutas, para que reconozca su importancia en la diversidad biológica.

TIEMPO: 32 horas

APRENDIZAJES	ESTRATEGIAS	TEMÁTICA
<p>El alumno:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Describe las características de las enzimas, como punto de partida para identificar sus principales tipos y funciones. ▪ Reconoce que las reacciones químicas en los sistemas vivos están organizadas en diversas rutas metabólicas. ▪ Identifica la diversidad de los sistemas vivos a partir de sus características metabólicas. ▪ Comprende que la fermentación y la respiración son procesos que, con distintas rutas metabólicas sirven para la degradación de biomoléculas en los sistemas vivos. ▪ Comprende que la fotosíntesis y la síntesis de proteínas son procesos que, por diferentes rutas metabólicas permiten la producción de biomoléculas en los sistemas vivos. ▪ Aplica habilidades, actitudes y valores al llevar a cabo actividades documentales, experimentales y/o de campo, que contribuyan a la comprensión y valoración del papel del metabolismo en la diversidad de los sistemas vivos. ▪ Aplica habilidades, actitudes y valores para diseñar una investigación sobre alguno de los temas o alguna situación de la vida cotidiana relacionada con las temáticas del curso (elaboración de un marco teórico, delimitación de un problema y planificación de estrategias para abordar su solución). ▪ Aplica habilidades, actitudes y valores para comunicar de forma oral y escrita la información derivada de las actividades realizadas en forma individual y en equipo. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ El profesor detectará los conocimientos previos de los alumnos con respecto a la diversidad de los sistemas vivos en relación con su metabolismo. ▪ El profesor diseñará instrumentos que permitan al alumno relacionar lo que sabe con lo que va a aprender sobre la diversidad de los sistemas vivos y los procesos metabólicos que la explican. ▪ Los alumnos recopilarán, analizarán e interpretarán información procedente de distintas fuentes sobre los aspectos señalados en la temática. ▪ Los alumnos en equipo llevarán a cabo experiencias de laboratorio o de campo, que pueden ser propuestas por el profesor y/o por ellos mismos, sobre problemas relativos a los temas estudiados. ▪ Los alumnos construirán modelos y otras representaciones que faciliten la comprensión de la temática abordada. ▪ Los alumnos elaborarán informes de sus actividades y los presentarán en forma oral y escrita. ▪ El profesor utilizará en clase materiales didácticos que permitan a los alumnos adquirir, ampliar y aplicar información sobre la temática. ▪ El profesor promoverá en el grupo la resolución de problemas que contribuyan al logro de los aprendizajes de la unidad. ▪ El profesor propondrá al grupo la asistencia a conferencias y la visita a instituciones y centros de investigación para ampliar los aprendizajes. ▪ El profesor guiará a los alumnos en el diseño de una investigación sobre alguno de los temas o alguna situación cotidiana relacionada con las temáticas del curso. ▪ El profesor y los alumnos evaluarán el logro de los aprendizajes a lo largo de la Unidad. 	<p>Tema I. Metabolismo</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Enzimas. ▪ Rutas metabólicas. <p>Tema II. Diversidad de los sistemas vivos y metabolismo</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Quimioautótrofos, fotoautótrofos y heterótrofos. ▪ Catabolismo: fermentación y respiración celular. ▪ Anabolismo: fotosíntesis y síntesis de proteínas.

ANEXO 2



Cuestionario diagnóstico y final
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALA
COLEGIO DE CIENCIAS Y HUMANIDADES



Fecha: _____

Nombre: _____ Edad: _____

Agradecemos tu respuesta a este cuestionario que forma parte de un proyecto de investigación. Te agradecemos tu apoyo y colaboración.

I. Instrucciones: Lee con atención las siguientes preguntas y marca con una (X) la opción correcta. Toma el tiempo necesario para responder.

1. La fotosíntesis es:

- a) Un proceso de transformación de energía
- b) Proceso que convierte energía lumínica en energía química y de materia inorgánica en orgánica
- c) Proceso mediante el cual las plantas obtienen su alimento
- d) Proceso que da color verde a las plantas generando oxígeno

2. La unidad estructural de la fotosíntesis es el:

- a) Cloroplasto
- b) Tilacoide
- c) Estroma
- d) Espacio intermembranal

3. La fotosíntesis es un proceso que se desarrolla en:

- a) Una sola etapa que convierte la luz en hidratos de carbono.
- b) En dos etapas, la fase luminosa (fotoquímica) y la segunda fase oscura (biosintética) independiente de la luz.
- c) En dos etapas, la primera convierte la luz directamente en moléculas de tres carbonos, la segunda directamente en almidón.

4. En las plantas, las *reacciones dependientes* de la luz ocurren en:

- a) Citoplasma
- b) Membrana plasmática
- c) El estroma

- d) Membrana tilacoidal
 - e) Estoma
6. En la etapa dependiente de la luz el agua se descompone liberando a la atmósfera:
- a) hidrógeno
 - b) oxígeno
 - c) peróxido de hidrógeno
 - d) ningún producto, ya que toda la molécula se usa en procesos de síntesis
7. Las reacciones *independientes de la luz* sucede en:
- a) El citoplasma
 - b) La membrana plasmática
 - c) El estroma del cloroplasto
 - d) El cloroplasto
8. ¿Cuáles son los factores que necesitan las plantas para realizar la fotosíntesis?
- a) Agua, Luz ,CO₂
 - b) Clorofila
 - c) Estoma
 - d) Agua, CO₂
9. ¿Cuáles son los productos resultantes del proceso fotosintético?
- a) Carbohidratos y Oxígeno
 - b) Agua, Dióxido de carbono
 - c) CO₂, H₂O
 - d) Carbohidratos
10. ¿Por qué las hojas son verdes?
- a) Por la luz reflejada y no absorbida
 - b) Por el cloroplasto
 - c) Por la hoja
 - d) Por la luz visible
11. Proceso anabólico que convierte la energía luminosa en energía química y de materia inorgánica en materia orgánica:
- a) Síntesis de proteínas
 - b) Fase luminosa
 - c) Cloroplasto
 - d) Fotosíntesis
12. Orgánulo encargado del proceso fotosintético:

- a) Cloroplasto
 - b) Tilacoide
 - c) Estroma
 - d) Espacio intermembranal
13. ¿Cuáles son las fases de la fotosíntesis?
- a) Fotosistema I y Fotosistema II
 - b) Fase de biosíntesis
 - c) Fase dependiente e independiente de luz
 - d) Ciclo de Calvin Benson
14. En las plantas, la fase *dependiente* de la luz ocurren en:
- a) Citoplasma
 - b) Membrana plasmática
 - c) El estroma
 - d) Membrana tilacoidal
15. ¿De dónde proviene el oxígeno desprendido en la fotosíntesis?
- a) CO₂
 - b) ATP Y NADPH
 - c) H₂O
 - d) NADPH
16. La fase independiente de la luz se lleva a cabo en:
- a) El citoplasma
 - b) La membrana plasmática
 - c) El estroma del cloroplasto
 - d) El cloroplasto
17. ¿Qué sustancias y factores se requieren para que se realice el proceso de fotosíntesis?
- a) Agua, clorofila
 - b) Clorofila
 - c) Estoma
 - d) H₂O, CO₂ y energía luminosa
18. ¿Qué sustancias se obtienen al finalizar la fotosíntesis oxigénica?
- a) CO₂
 - b) C₆H₁₂O₆ + O₂
 - c) Carbohidratos

d) Oxígeno

II. Instrucciones: Relaciona las siguientes columnas y coloca dentro del paréntesis la letra que corresponda.

$\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \text{-----} \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + \text{O}_2$	()	A. Oxígeno
Orgánulo donde se lleva acabo la fotosíntesis	()	B. Fijación del CO_2
Fases de la fotosíntesis	()	C. Dióxido de carbono, agua y energía luminosa
Lugar del cloroplasto donde se lleva acabo las reacciones dependientes de luz.	()	D. Estroma del cloroplasto
Principal evento que se lleva a cabo en la fase oscura de la fotosíntesis	()	E. Fotosíntesis oxigénica
Subproducto obtenido de la fotolisis del agua	()	F. Membrana del tilacoide
Lugar del cloroplasto donde se lleva cabo las <i>reacciones independientes</i> de la luz	()	G. Cloroplasto
Son sustancias requeridas para la fotosíntesis	()	H. Dependiente e independiente de luz
Son productos finales de la fotosíntesis	()	I. Carbohidratos y oxígeno
Pigmento que absorbe todas las longitudes de onda de luz visible excepto las que corresponden al verde	()	J. Clorofila

III. Instrucciones: Lee con atención los siguientes enunciados y encierra en un círculo la “V” si es verdadero y “F” si es falso.

1. La fotosíntesis sólo es realizada durante el día	V	F
2. Las plantas verdes producen carbohidratos a través de la fotosíntesis	V	F
3. Las plantas verdes respiran sólo cuando hay energía luminosa	V	F
4. La clorofila absorbe la energía luminosa, la cual es convertida en energía química	V	F
5. La fotosíntesis se lleva acabo en las mitocondrias y la respiración en los cloroplastos	V	F
6. Existen dos tipos de fotosíntesis la oxigénica y la anoxigénica	V	F
7. La fotosíntesis solo la realizan las plantas superiores	V	F
8. La mayoría de las plantas se ven de color verde porque absorben todas las longitudes de onda de luz visible excepto las que corresponden al verde	V	F

ANEXO 3

MANUAL PARA LA ELABORACIÓN DE MAPAS CONCEPTUALES

Nombre: _____ Grupo: _____

Actividades de preparación

I. RECONOCIMIENTO DE TERMINOS CONCEPTUALES

Lee con atención las siguientes dos listas de palabras, identifica que diferencia hay entre ellas y explica a que se refiere cada una de ellas.

Alumnos	llover
coche	lavar
universidades	pensar
perro	estudiar
silla	jugar
árbol	cantar
nube	pintar
libro	bailar
lápiz	rayo
cerrajero	celebración
pájaro	guerra
	comer

Observa que la diferencia mas notoria entre los dos listados anteriores, es que la primera lista hace referencia a cosas y objetos y la segunda a sucesos o acontecimientos, acciones, verbos.

Distingamos ahora la clase de conceptos que conforman cada lista ejemplo lista 1: un cerrajero es una persona, no una cosa o un objeto; un pájaro es un ser, no una cosa ni una persona; un lápiz es un objeto y no un ser, etc; ejemplo lista 2: pintar es una actividad (acción), una celebración es un hecho o acontecimiento, igual que un baile. En cambio un rayo es un fenómeno natural y en eso se distingue de los fenómenos humanos.

Observemos que la primera lista se refiere a personas, seres cosas, y lugares, es decir se refiere a **objetos**

La segunda hace alusión a hechos, acciones, sucesos y fenómenos naturales; es decir se refiere a **acontecimientos**

II. RECONOCIMIENTO DE IMÁGENES MENTALES Y DE TÉRMINOS CONCEPTUALES

Escribe a continuación lo que imaginas cuando escuchas las siguientes palabras

coche: _____

humano: _____

gato: _____

cantar: _____

comer: _____

En resumen los conceptos son las representaciones mentales que hacemos de los objetos y acontecimientos.

III. RECONOCIMIENTO DE PALABRAS ENLACE

Lee la siguiente lista de palabras.

Eres
para
es un
donde
hay
el
es
entonces
es la
con
para su
tiene
como
los
de
del
son
incluye

¿Qué imaginas cuándo escuchas cada una de las palabras que integran la lista anterior? Estas palabras no son términos conceptuales que no evocan ninguna imagen mental, se les conoce como **palabras enlace**. Las utilizamos al hablar y al escribir para relacionar conceptos y formar breves frases u oraciones que tienen significado.

Las **palabras enlace** son las que al oírlas no generan una imagen mental y sirven para unir dos o más conceptos.

Concepto	palabra enlace	concepto
bailar	es	saludable
árbol	puede ser	grande
estudia	con	libros

IV. RECONOCIMIENTO DE NOMBRES PROPIOS

Revisa con cuidado la siguiente lista y al igual que en los ejercicios anteriores menciona que imaginas cuando oyes decir cada una de las palabras que la integran.

Cuernavaca
Toluca
Valle de Bravo
María
Juan
Rosa
Firulais
Lucas
La morelense
Hidalgo
Azcapotzalco

Como podemos darnos cuenta la lista esta conformada por nombres de personas, lugares u objetos determinados; estas palabras no son términos conceptuales sino nombres propios.

Ahora compara lo que imaginas cuando oyes los nombres propios en relación con otras palabras.

Ciudad y Cuernavaca
España y País
Lupita y señora
Rosa y niña
La morelense y tienda
Firulais y perro

¿Qué diferencias encuentra entre los términos conceptuales y los nombres propios?

Los términos conceptuales indican regularidades y se aplican a cualquier ser, lugar u otro concepto. En cambio los nombres propios individualizan, se aplican a un solo caso, aunque también pueden aplicarse ha varios casos distintos pero en un número limitado; por ejemplo si decimos decir perro, cada quien imagina un animalito de esa clase, es decir

un perro distinto. Si decimos Lucas, solo nos referimos a u perro determinado que tiene ese nombre.

Los **conceptos** designan regularidades entre acontecimientos y en los objetos y los **nombres propios** designan acontecimiento y objetos determinados.

V. CONSTRUCCION DE PROPOSICIONES

Pluma, cuaderno, regla, mesa, silla, gato, perro, niño.

Correr, dormir, reír, llorar, leer, jugar, escribir,

María, Juan, México. Son nombres propios

Haciendo uso de las palabras anteriores elabora frases breves que tengan sentido, que sean lógicas y claras, señalando los conceptos con una "C" y las palabras enlace con una "PE". Por ejemplo:

Hay nubes y viento
PE C PE C

El sillón es muy suave
PE C PE C

María y Juan se van a estudiar
PE PE C PE C

Frase 1 _____

Frase 2 _____

Frase 3 _____

Frase 4 _____

Estas frases con significado se llaman **proposiciones**

La **proposición** es una frase que consta de dos o más conceptos

VI. APLICAR LOS CONOCIMIENTOS.

Realiza el mapa conceptual del siguiente texto:

“Existen muchas clases de animales que pueden ser vertebrados o invertebrados. Dentro de los invertebrados encontramos insectos y arácnidos como la hormiga o el escarabajo y la araña roja o la tarántula respectivamente, que son todos ellos artrópodos”.

Sigue los siguientes pasos:

- Lee atentamente el texto y subraya las ideas principales.
- Selecciona un número pequeño de conceptos o ideas y palabras enlace.
- Los conceptos se encierran en un recuadro o en una elipse para verlos mejor.

Coloca los conceptos por orden de importancia; los más generales en la parte superior, y los más específicos en la parte inferior.

- Une los conceptos mediante líneas y relaciónalos mediante palabras que sirvan de enlace.
- Una vez terminado, conviene repetir el mapa para mejorar su claridad y establecer nuevos enlaces o relaciones.

ANEXO 4

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALA MAESTRIA EN DOCENCIA PARA LA EDUCACIÓN MEDIA SUPERIOR PLANEACIÓN DIDÁCTICA				
PROFESOR : Diana Monroy Pulido TEMA: Mapas Conceptuales			FECHA: Martes 02 de marzo de 2010 SESIÓN: 1	
Objetivo: Que el alumno identifique, los elementos y características de los mapas conceptuales. (2 horas)				
OBJETIVOS DE APRENDIZAJE	CONTENIDOS	ESTRATEGIAS DE APRENDIZAJE (ACTIVIDADES)	EVALUACIÓN	BIBLIOGRAFIA Y OTROS MEDIOS EMPLEADOS
<p>Los alumnos:</p> <p>Conceptual Reconocerán los elementos y características de los mapas conceptuales</p> <p>Procedimental Elaboran mapa conceptual</p> <p>Actitudinal Valora la importancia de utilizar mapas conceptuales</p>	<p>Mapas conceptuales</p> <p>Definición de concepto y palabras enlace</p> <p>Proposiciones</p>	<p>Apertura. Cuestionario diagnóstico sobre el tema fotosíntesis test de opción múltiple. <i>Actividad 1.</i> Lluvia de ideas ¿Qué son los mapas conceptuales? ¿Qué elementos y características tienen? ¿Sabes elaborar mapas conceptuales? ¿Cuál es la utilidad en el aprendizaje?</p> <p>Desarrollo A partir del manual para la elaboración de mapas conceptuales los alumnos de manera individual identifican y reconocen los elementos del mapa conceptual: Actividad 2: Reconocimiento de los términos conceptuales (Lee con atención dos listas de palabras, identifica que diferencia hay entre ellas y explica a que se refiere cada una de ellas). Actividad 3: Reconocimiento de imágenes mentales y de términos conceptuales (escribe los que imagina cuando escucha las siguientes palabras: coche, humano, gato, cantar, comer) Actividad 4. el profesor explica que son los conceptos Actividad 5: reconocimiento de palabras enlace Actividad 6: reconocimiento de nombres propios Actividad 7: construcción de proposiciones (elabora frases breves que tengan sentido, que sean lógicas y claras, señalando los conceptos con una "C" y las palabras enlace con una "PE").</p> <p>Cierre Actividad 8. En equipos de 5 integrantes realizan un mapa conceptual de un texto para explicarlo en plenaria.</p>	<p>Diagnóstica Test de opción múltiple Lluvia de ideas</p> <p>Formativa Actividades del Manual para la elaboración de mapas conceptuales. Mapa conceptual</p>	<p>García, C. F. (2008). El cuestionario. Recomendaciones metodológicas para el diseño de cuestionarios. Limusa. México. 120 pág.</p> <p>Novak, J. y Gowin, B. (1988). Aprendiendo a Aprender. Ediciones Martínez Roca, S.A. Barcelona. pp.19-133.</p> <p>Audesirk T. et al. (2003). Biología. México Person Educación.</p> <p>Campell, R. Biología. Buenos Aires. Editorial Médica Panamericana</p> <p>Manual de Biología III Colegio de Ciencias y Humanidades.</p>

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALA MAESTRIA EN DOCENCIA PARA LA EDUCACIÓN MEDIA SUPERIOR PLANEACIÓN DIDÁCTICA				
PROFESOR : Diana Monroy Pulido			FECHA: Jueves 04 de marzo de 2010 SESIÓN: 2	
TEMA: Anabolismo autótrofo (FOTOSÍNTESIS)				
Objetivo: Que el alumno identifique, analice y reconozca las características del proceso de la fotosíntesis. (2 horas)				
OBJETIVOS DE APRENDIZAJE	CONTENIDOS	ESTRATEGIAS DE APRENDIZAJE (ACTIVIDADES)	EVALUACIÓN	BIBLIOGRAFÍA Y OTROS MEDIOS EMPLEADOS
<p>El alumno:</p> <p>Conceptual Reconocerán el proceso de la fotosíntesis en organismos autótrofos como un proceso anabólico. Conocerán los tipos de fotosíntesis y su importancia en la cadena alimenticia. Reconocerán y analizarán la ecuación general de la fotosíntesis. Identificarán y comprenderán la relación entre fotosíntesis y las estructuras celulares donde se lleva a cabo: los cloroplastos.</p> <p>Procedimental Desarrollarán la habilidad para comprender textos</p> <p>Análisis de la ecuación general de la fotosíntesis</p> <p>Desarrollarán la habilidad para tomar apuntes</p> <p>Actitudinal Valora la importancia de la fotosíntesis</p>	<p>Anabolismo autótrofo y heterótrofo</p> <p>Fotosíntesis: Transformación de la energía.</p> <p>Tipos de fotosíntesis: oxigénica y anoxigénica</p> <p>FOTOSÍNTESIS: Componentes que participan en la Fase Luminosa: cloroplastos, agua, luz, pigmentos fotosintéticos</p> <p>Características físicas de la luz</p>	<p>Apertura. Presentación del Tema, los objetivos de la sesión y los objetivos de aprendizaje.</p> <p><i>Actividad 1.</i> Lluvia de ideas ¿Qué es anabolismo? ¿Qué saben de la fotosíntesis? ¿Qué organismos realizan la fotosíntesis y dónde habitan? ¿Qué es necesario para que ocurra la fotosíntesis?</p> <p>Desarrollo <i>Actividad 2.</i> De manera individual los alumnos realizarán la Lectura de texto 1 "El anabolismo", y realizan un mapa conceptual.</p> <p><i>Actividad 3.</i> En equipos de trabajo explicación del mapa conceptual.</p> <p><i>Actividad 4.</i> De manera individual los alumnos identificarán y escribirán las ideas principales de la exposición del profesor y realizarán la hoja didáctica del cloroplasto.</p> <p><i>Actividad 5.</i> Exposición magistral y toma de apuntes.</p> <p><i>Actividad 6.</i> Los alumnos resolverán la hoja didáctica de la reacción general de la fotosíntesis.</p> <p>Cierre <i>Actividad 7.</i> Lluvia de ideas: los alumnos señalarán las ideas importantes que se han trabajado en clase.</p>	<p>Diagnóstica A través de lluvia de ideas</p> <p>Formativa A través de la producción escrita y oral de los alumnos</p> <p>Mapa conceptual del texto 1 "El anabolismo"</p> <p>Hoja didáctica del cloroplasto</p> <p>Hoja didáctica de la reacción general de la fotosíntesis</p> <p>Resumen del tema Participación Interés Trabajo colaborativo</p>	<p>Audesirk T. et al. (2003). Biología. México Person Educación.</p> <p>Campell, R. Biología. Buenos Aires. Editorial Médica Panamericana</p> <p>Rosas, B. P. (2000). Conceptos usados por estudiantes de bachillerato en relación a la luz y el agua en el tema de fotosíntesis. Tesis de maestría en ciencias. Facultad de Ciencias.</p> <p>Presentación en power point</p> <p>Manual de Biología III Colegio de Ciencias y Humanidades.</p>

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALA
MAESTRIA EN DOCENCIA PARA LA EDUCACIÓN MEDIA SUPERIOR
PLANEACIÓN DIDÁCTICA

PROFESOR : Diana Monroy Pulido

FECHA: Martes 09 de marzo de 2010 **SESIÓN: 3**

TEMA: Anabolismo autótrofo (FOTOSÍNTESIS)

Objetivo: : El alumno comprenderá los componentes que participan en la fase luminosa y oscura como parte de los procesos de la fotosíntesis (2 horas)

OBJETIVOS DE APRENDIZAJE	CONTENIDOS	ESTRATEGIAS DE APRENDIZAJE (ACTIVIDADES)	EVALUACIÓN	BIBLIOGRAFÍA Y OTROS MEDIOS EMPLEADOS
<p>Los alumnos:</p> <p>Conceptual</p> <p>Identificarán y comprenderán los componentes que participan en la fase luminosa y oscura de la fotosíntesis</p> <p>Procedimental</p> <p>Expresan de manera oral lo aprendido en clase</p> <p>Analizarán los procesos de la fotosíntesis a través de la lectura.</p> <p>Desarrollan la capacidad de síntesis y de organización.</p> <p>Actitudinal</p> <p>Valoran la importancia de la fotosíntesis. Tendrán actitud de responsabilidad.</p>	<p>FOTOSÍNTESIS:</p> <p>Componentes que participan en la Fase Luminosa: cloroplastos, agua, luz, pigmentos fotosintéticos</p> <p>Tipos de pigmentos fotosintéticos</p>	<p>Apertura</p> <p>Actividad 1. Presentación del Tema, los objetivos de la sesión y los objetivos de aprendizaje.</p> <p>Desarrollo</p> <p>Actividad 2. De manera individual los alumnos identificarán y escribirán las ideas principales de la exposición del profesor y dirán cuáles son los compuestos que participan en la fase luminosa.</p> <p>Actividad 3. De manera individual los alumnos realizarán la Lectura "pigmentos fotosintéticos y en equipos realizarán un mapa conceptual de la lectura.</p> <p>Cierre</p> <p>Actividad 4. Explicación en plenaria del mapa conceptual.</p>	<p>Diagnóstica</p> <p>Preguntas realizadas de manera personal a cerca de la visto en la sesión anterior</p> <p>Formativa</p> <p>Mapa conceptual Hoja didáctica pigmentos fotosintéticos 1 y 2.</p> <p>Participación Interés Trabajo colaborativo</p>	<p>Audesirk T. et al. (2003). Biología. México Person Educación.</p> <p>Campbell, R. Biología. Buenos Aires. Editorial Médica Panamericana.</p> <p>Curtis, H y Barnes. (2001). Biología. Buenos Aires, Editorial Médica Panamericana.</p>

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALA
MAESTRIA EN DOCENCIA PARA LA EDUCACIÓN MEDIA SUPERIOR
PLANEACIÓN DIDÁCTICA**

PROFESOR : Diana Monroy Pulido

TEMA: Anabolismo autótrofo (FOTOSÍNTESIS)

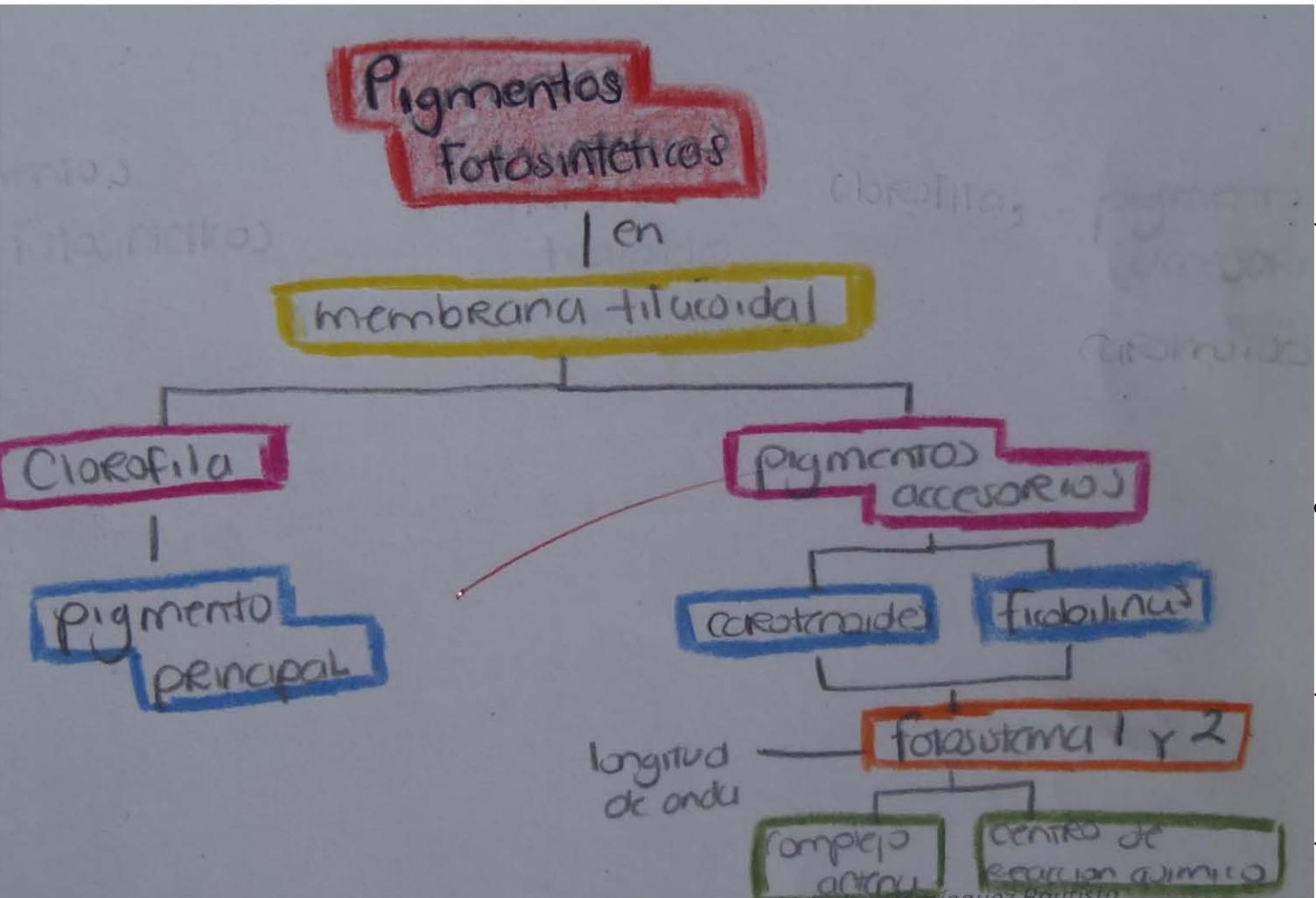
FECHA: Jueves 11 de marzo de 2010 **SESIÓN: 4**

Objetivo: Que el alumno analice las fases de la fotosíntesis para comprender su proceso a partir del análisis de las reacciones (2 horas)

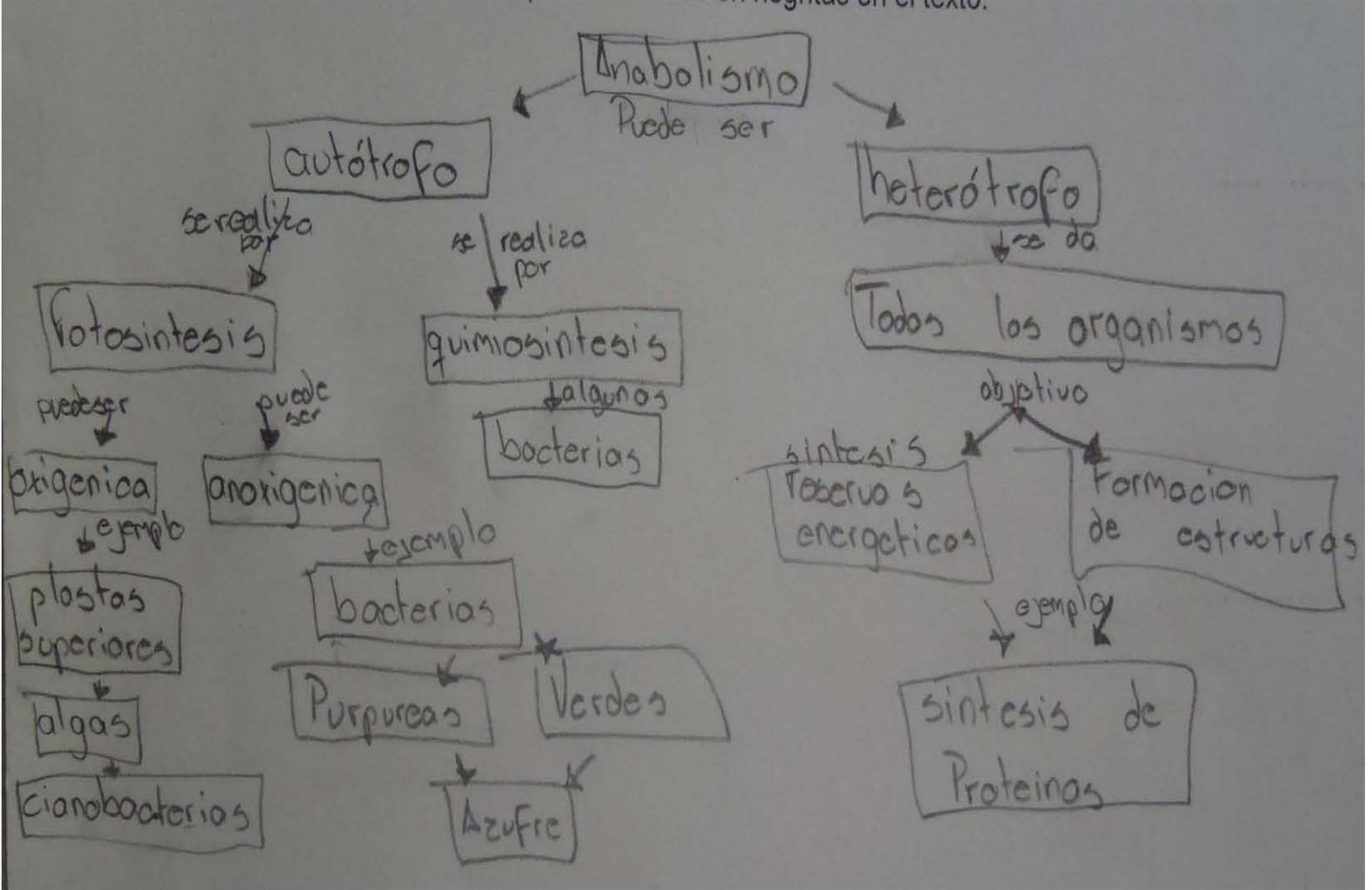
OBJETIVOS DE APRENDIZAJE	CONTENIDOS	ESTRATEGIAS DE APRENDIZAJE (ACTIVIDADES)	EVALUACIÓN	BIBLIOGRAFÍA Y OTROS MEDIOS EMPLEADOS
<p>Los alumnos:</p> <p>Conceptual Identificarán los componentes que participan en la fase luminosa y oscura de la fotosíntesis</p> <p>Comprenden las fases de la fotosíntesis</p> <p>Procedimental Elaborarán un mapa comparativo de las fases de la fotosíntesis. Comunicarán en forma escrita los diferentes compuestos que participan en la fase de la fotosíntesis. Analizarán las reacciones de la fotosíntesis.</p> <p>Desarrollarán la habilidad para tomar apuntes</p> <p>Actitudinal Se interesarán en las actividades a realizar</p>	<p>FOTOSÍNTESIS:</p> <p>Fase luminosa: fotolisis del agua y liberación de oxígeno Fosforilación cíclica y acíclica .</p> <p>Fase oscura ciclo de Calvin.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Componentes que participan en la fase oscura • Productos de la fase oscura <p>Productos y balance energético.</p>	<p>Apertura</p> <p>Presentación del Tema, los objetivos de la sesión y los objetivos de aprendizaje. Actividad 1.preguntas generadoras: ¿Por qué se llama fase luminosa? ¿Y dónde ocurre?</p> <p>Desarrollo</p> <p><i>Actividad 2.</i> Exposición magistral y toma de apuntes. Para desarrollar la habilidad de escuchar y para elaborar registros personales.</p> <p><i>Actividad 3.</i> En parejas lectura de las "Fases de la fotosíntesis" elaboración de mapa conceptual y resolución de cuestionario. Para ejercitar y reafirmar lo visto en clase.</p> <p><i>Actividad 4.</i> Exposición magistral y toma de apuntes.</p> <p>Cierre</p> <p>Actividad 6: (Tarea) De manera individual el alumno entregará un mapa conceptual del proceso de fotosíntesis. Siguiendo sesión: aplicación de test de opción múltiple sobre el tema fotosíntesis.</p>	<p>Diagnóstica Lluvia de ideas</p> <p>Formativa</p> <p>Lectura Cuestionario</p> <p>Mapa conceptual Participación Interés Trabajo colaborativo</p> <p>Sumativa</p> <p>Test de opción múltiple</p>	<p>Campbell, R. Biología. Buenos Aires. Editorial Médica Panamericana.</p> <p>Curtis, H y Barnes. (2001). Biología. Buenos Aires, Editorial Médica Panamericana</p>

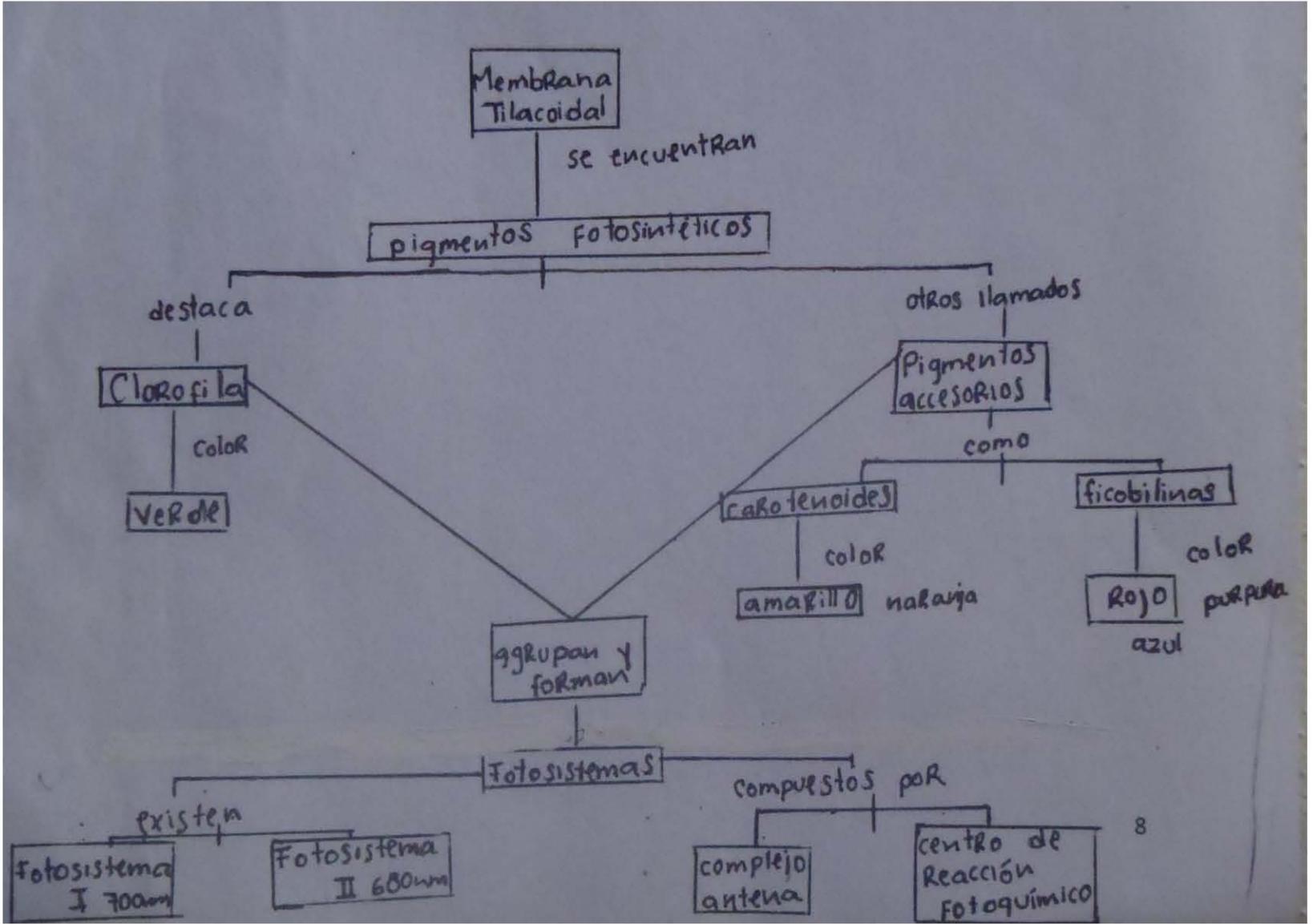
ANEXO 5

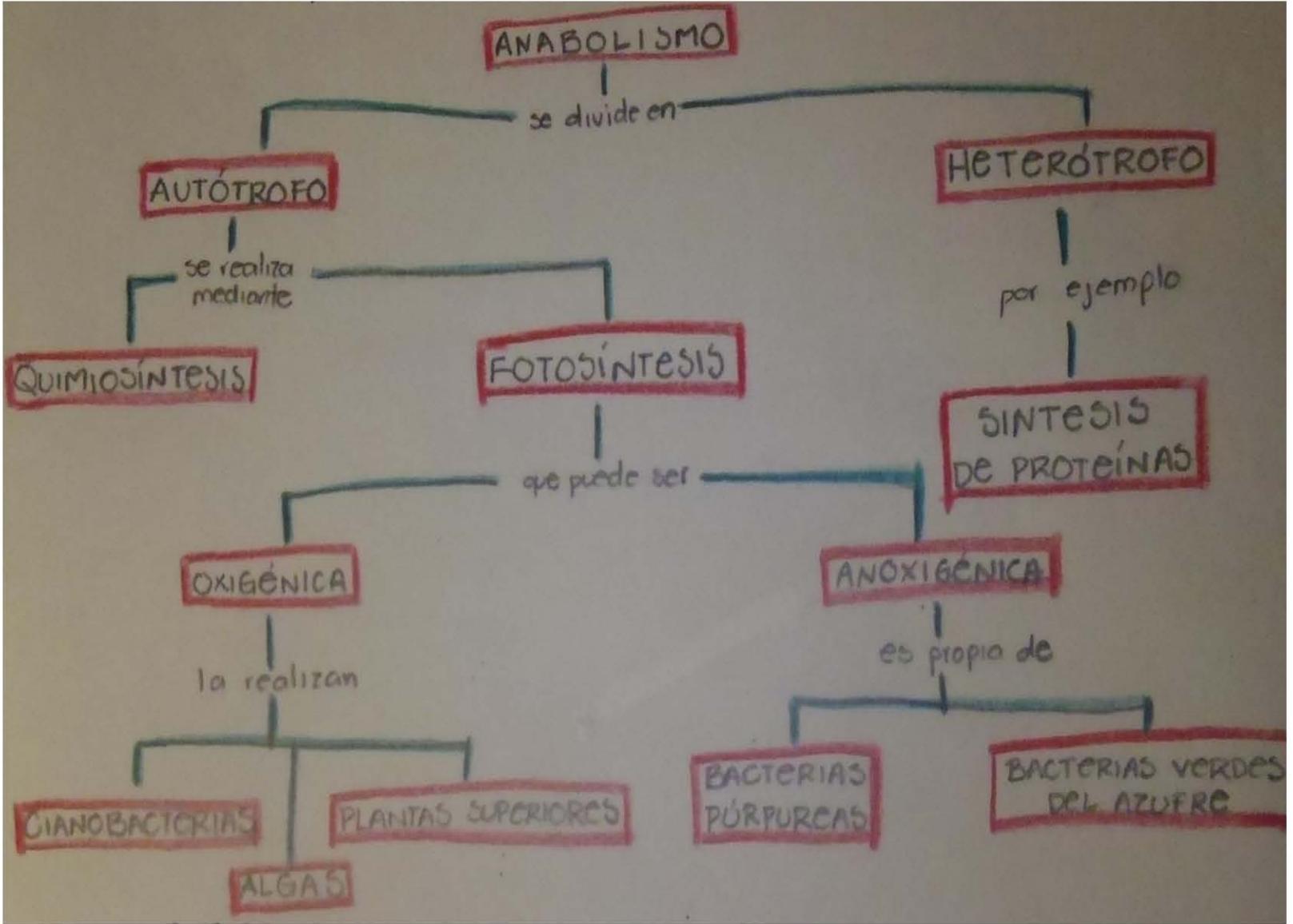
Algunos MC elaborados por los alumnos de Biología III durante el proceso de aprendizaje.

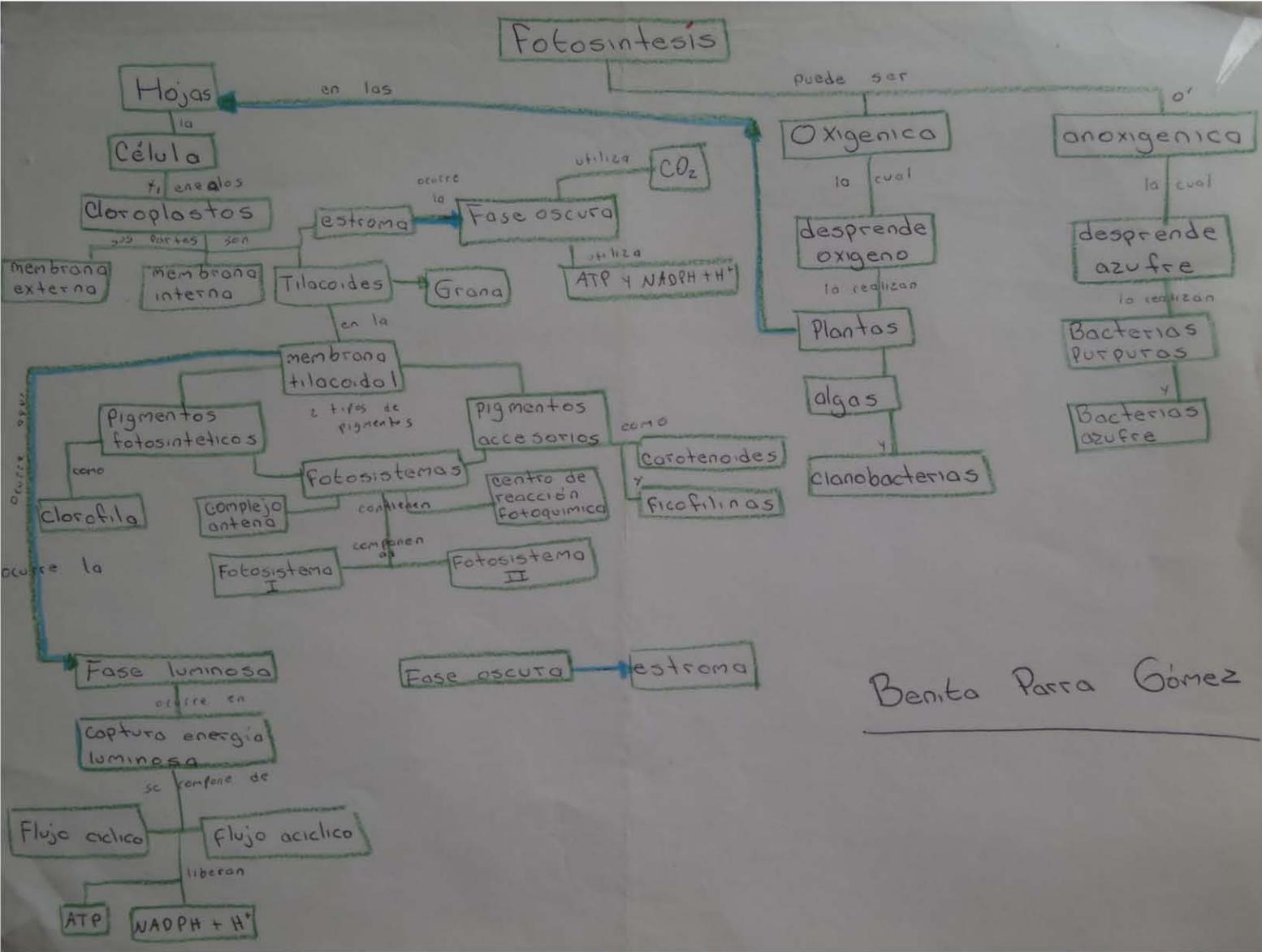


Nivel 2.



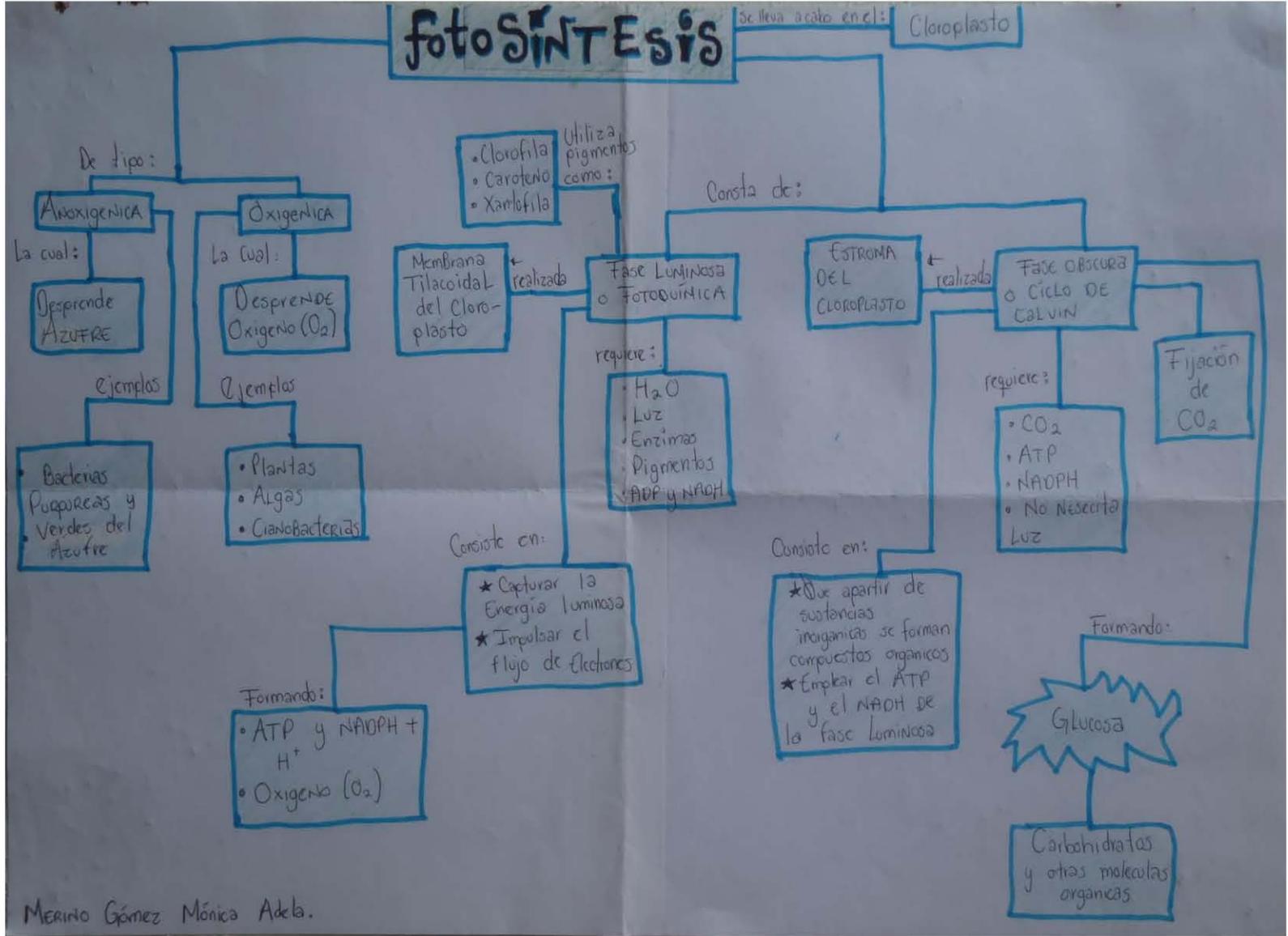


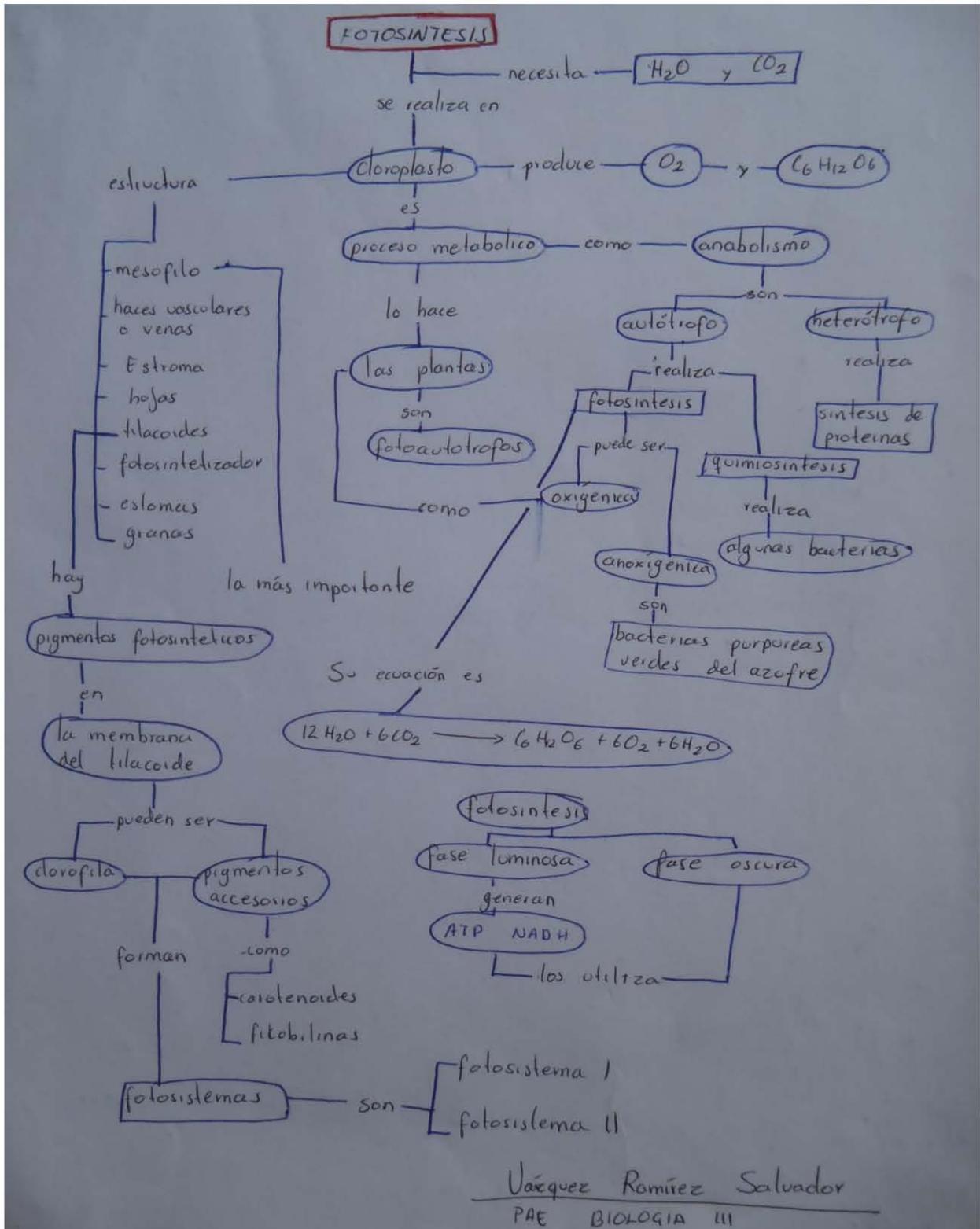




Benita Parra Gómez

Algunos MC elaborados por los alumnos de Biología III al final del tema.





Nivel 5

Bibliografía

- Álvarez, E. y Arias, H. (1998). El aprendizaje de algunos conceptos fundamentales en el área de la botánica. *Una experiencia investigación aula*. Facultad de Ciencias y Tecnología 4: 64-73.
- Aramburu, O. M. (s/a). Relaciones entre el desarrollo operatorio, las preconcepciones y el estilo cognitivo. *Revista Iberoamericana de Educación*. Facultad de Psicología, Universidad del País Vasco, España. pp. 1-16.
- Astudillo P. H., y Gene D, A. M. (1984). Errores conceptuales en biología. La fotosíntesis de las plantas verdes. *Enseñanza de las ciencias*. pp.15-16.
- Audesirk T., Audesirk G., Byers. B. E. (2003). *Biología*. Person Educación. México.
- Ausubel, D.; Novak, J. y Hanesian, H. (1978). *Psicología Educativa. Un Punto de Vista Cognitivo*. Editorial Trillas. México. 623 pág.
- Baddeley, A. D. (1999) *Memoria humana: teoría y práctica*. McGraw-Hill Interamericana. México. 496 pág.
- Barandiaran P. J. (1988). El modelo de enseñanza/aprendizaje de las ciencias en la reforma de las Enseñanzas Medias. *Enseñanza de las Ciencias* 6: 167-178.
- Barberá. O. (1992). El papel que desempeñan las teorías en la Biología. *Enseñanza de las ciencias*.10 (1), 32-36.
- Belmonte, M. (1997). *Mapas Conceptuales y Uves Heurísticas de Gowin. Técnicas para todas las áreas de las enseñanzas Medias*. Ediciones Mensajero. Bilbao. 189 pág.
- Besterfield-Sacre, Mary (2004). *Journal of Engineering Education*. pp. 105-115.(<http://www.jee.org/2004/april/811.pdf>).
- Campanario, J. M. (2000). El desarrollo de la metacognición en el aprendizaje de las ciencias: Estrategias para el profesor y actividades orientadas al alumno. *Enseñanza de las ciencias*.18 (3): 369-380.

- Campanario, J. M. y Moya A. (1999). ¿Cómo enseñar ciencias? Principales tendencias y propuestas. *Revista. Enseñanza de las Ciencias*. 17(2):179-192.
- Campbell, R. Biología. Editorial Médica Panamericana. Buenos Aires..
- Cañas, A, J y Novak. J. (2006). Confiabilidad de una taxonomía topológica para mapas conceptuales. *Concept Maps: Theory, Methodology, Technology*. pp. 1-9.
- Carretero, M. (1994). *Las ideas previas de los alumnos. ¿Qué aporta este enfoque a la enseñanza de las ciencias?*", en *Construir y enseñar. Las ciencias experimentales*, Aiqué, Buenos Aires. pp. 3-16.
- Carvajal, F; Torres, M. V; Machado,A; Codina,M y Gallego,J.L. (1996). Programación de aula, ¿para qué? Orientaciones didácticas para la planificación de la intervención docente en el aula. *Aula de Innovación Educativa*, 57, pp.67-72.
- CCH (1996). Plan de estudios actualizado. DGCCH, UNAM.
- Charrier, M; Cañal, P y Vega, M. R (2006). Las concepciones de los estudiantes sobre la fotosíntesis y la respiración: una revisión sobre la investigación didáctica en el campo de la enseñanza y el aprendizaje de la nutrición de las plantas. *Revista. Enseñanza de las ciencias*, 24(3): 401–410.
- Coll, C; Palacios, J y Marchesi, A. (1996). Desarrollo psicológico y educación II. Psicología de la educación. Alianza Psicología. Madrid, España.199-221 pág.
- Contreras, L. (1997).El uso de los mapas conceptuales como herramienta educativa en el ámbito de los números racionales. *Enseñanza de las ciencias*. 15(1): 111-112.
- Costamagna, A.M. (2001). Mapas conceptuales como expresión de procesos de interrelación para evaluar la evolución del conocimiento de alumnos universitarios. *Enseñanza de las ciencias*. 19(2): 309-318.
- Curtis, H y Barnes. (2001). Biología. Editorial Médica Panamericana. Buenos Aires.

- Díaz Barriga, A. F. (1993). Modelo de elaboración de material didáctico y Estrategias de instrucción cognoscitivas. México. Facultad de Psicología, Universidad Nacional Autónoma de México. pp. 9-32.
- Díaz Barriga, A. F. y Hernández, R. G. (2005). Estrategias docentes para un aprendizaje significativo. Una interpretación constructivista. Editorial McGraw-Hill. México. pp.114-139.
- Diccionario de las ciencias de la educación. (1995). Editorial Santillana. México.
- Esparza, N. I. G. (2001). La estructuración del conocimiento en expertos y novatos medida mediante mapas conceptuales. Tesis de Maestría. Facultad de Psicología. División de Estudios de Posgrado. Universidad Nacional Autónoma de México.86 pág.
- Estebaranz, G.A. (1999). Didáctica e innovación curricular. 2ª edición. Universidad de Sevilla. pp.20-29.
- Estrada, T. C y Torres, C. M. C. (2006). El mapa conceptual como estrategia de aprendizaje de la Historia. Tesis de licenciatura. Facultad de Psicología. Universidad Nacional Autónoma de México. pp. 1-148.
- Fonseca, O. (2000). Hipertextos y mapas conceptuales en ambientes de aprendizaje colaborativo. Facultad de Ciencia y Tecnología. 8: 38-55. Universidad Pedagógica Nacional, Colombia. pp. 1-18
- Furió C.J; Iturbe, J y Reyes J.V. (1993). Contribución a una propuesta constructivista de enseñanza/aprendizaje de las ciencias. Revista. *Enseñanza de las Ciencias*, número extra (IV Congreso). pp. 59-60.
- Furlán M., A. (1978). Construcción de la estructura metodológica, en aportaciones a la didáctica de la educación superior. ENEPI-UNAM. México. pp.36-58.
- Gagliardi, R y Giordian, A. (1986). La historia de las ciencias: una herramienta para la enseñanza. *Enseñanza de las ciencias*. 4(3): 253-258.
- Galagovsky, K. L. R. (1996). Redes conceptuales. Aprendizaje, comunicación y memoria. Lugar editorial. Buenos aires. 11-20 pág.

- García, C. F. (2008). El cuestionario. Recomendaciones metodológicas para el diseño de cuestionarios. Limusa. México. 120 pág.
- García, J. S. M. (2006). Los mapas conceptuales en educación infantil. Revista digital. Investigación y Educación. 25 (2): 1-22.
- González, G. F. M. (2008). El mapa conceptual y el diagrama de V. Recurso para la enseñanza superior en el siglo XXI. Narcea. Madrid España. 177 pág.
- Hernández, F. V. (2007). Mapas conceptuales. La gestión del conocimiento en la didáctica. Alfa omega. México. 316 pág.
- Jiménez, A. M. P. (2007). La enseñanza y el aprendizaje de la biología. Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Editorial Graó Universidad de Santiago de Compostela. pp. 121-145.
- Mason, L. Ch. (1992). Concept mapping: A tool develops reflexive science instruction. Science Education. 76 (1): 51-56.
- Mayr (1998). Así es la Biología. Editorial Debate, S.A. Colección Pensamiento. Madrid. 326 págs.
- Morales, E. (1998). Efecto de una didáctica centrada en la resolución de problemas empleando la técnica heurística V de Gowin y maps conceptuales en el razonamiento matemático. *Revista Latinoamericana de Investigación en matemática educativa*. 1(2): 77-91.
- Moreira, M. A (2000). Aprendizaje significativo teoría y práctica. Aprendizaje Visor. Madrid, España, 100 pág.
- Novak, J. D. (1978). El proceso de aprendizaje y la efectividad de los métodos de enseñanza. Perfiles educativos. 1: 10-31.
- Novak, J. D. (1988). El Constructivismo Humano: Hacia la unidad en la elaboración de significados psicológicos y epistemológicos. En Constructivismo y Enseñanza de las Ciencias. Porlan, R; García, E. y Cañal, P. Díada Editores, Compiladores. 1ra edición. Sevilla.
- Novak, J. y Gowin, B. (1988). Aprendiendo a Aprender. Ediciones Martínez Roca, S.A. Barcelona. pp.19-133.

- Ontoria, A. (1992). Mapas conceptuales: Una técnica para aprender. Ediciones Narcea. Madrid. 203 pág.
- Ontoria, A. (2004). Como ordenar el conocimiento usando mapas conceptuales. Ediciones Alfaomega. México. 207 pág.
- Ontoria, A. P., Molina, R. A., Luque, S. A. (1996). Los mapas conceptuales en el aula. Editorial Magisterio del Río de la Plata. Buenos Aires, Argentina. Pearson Educación. 127 pág.
- Pellegrino, B. N. C y Reyes, G. R. E. (2001). Los mapas conceptuales como herramientas didácticas en la educación científica. *Interciencia*. 26 (4): 144-149.
- Pimiento, P. J. H. (2005). Metodología Constructivista. Guía para la planeación docente. Instituto Superior Pedagógico. La Habana, Cuba. Universidad Anáhuac, México.
- Pinto, R., J. Aliberas y R. Gómez. (1996). Tres enfoques de la investigación sobre concepciones alternativas. *Revista. Enseñanza de las ciencias*. 14(21): 221-232.
- Posner G, Strike K, Hewson D, and Gertzog W. (1982). Accomodation of a scientific conception: towards a theory of conceptual change. *Rev. Science Education*. pp. 211-227.
- Pozo, J. (1990). Teorías cognitivas del aprendizaje. Morata. Madrid. pp. 202-221.
- Pozo, J., y Gómez. (2001). Aprender y Enseñar Ciencia. Morata. Madrid.
- Ramírez de M. y Sanabria, I. (2004). El mapa conceptual como elemento fundamental en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física a un nivel universitario. En Cañas A.J., Novak J.D., González F.M. (Eds.), *Concept maps: Theory, Methodology, Technology*. Proceedings of the First International Conference on Concept Mapping, Pamplona. España. Universidad Pública de Navarra. pp. 1-8.
- Ramírez, A. M y Zárate, T. K. A. (2006). Los mapas conceptuales como estrategia de enseñanza y aprendizaje del tema de adicciones en la materia de formación cívica y ética de primero de secundaria. Tesis de licenciatura.

Facultad de Psicología. Universidad Nacional Autónoma de México. 137 pág.

- Rodríguez, C. M. (2000). El mapa conceptual y uso como estrategia de aprendizaje. Tesis de licenciatura. Facultad de Filosofía y Letras; Colegio de Pedagogía. Universidad Nacional Autónoma de México. 99 pág.
- Romero, H. P. (2009). Estrategias metacognitivas para el aprendizaje de la biodiversidad genética a nivel medio superior: el uso de mapas conceptuales Tesis de Maestría Facultad de Estudios Superiores Iztacala. Universidad Nacional Autónoma de México 143 pág.
- Rosas, B. P. (2000). Conceptos usados por estudiantes de bachillerato en relación a la luz y el agua en el tema fotosíntesis. Tesis de Maestría. Facultad de ciencias. División de estudios de posgrado. Universidad Nacional Autónoma de México. 185 pág.
- Serrano, T. (1987). Representaciones de los alumnos en Biología: estado de la cuestión y problemas para su investigación en el aula. *Enseñanza de las Ciencias* 5 (3): 181-188.
- StatSoft, Inc. (2008). STATISTICA (data analysis software system), version 8.0. www.statsoft.com.
- Tirado, S. F y López, T. A. (1994). Problemas de la enseñanza de la biología en México. *Perfiles educativos*. N° 66. Universidad Nacional Autónoma de México. pp. 1-9.
- Turcott, T. E. M. (2010). Los mapas conceptuales como estrategia de aprendizaje, para mejorar el rendimiento académico en la materia de química de los alumnos de tercero de secundaria en Tláhuac. Tesis de licenciatura. Facultad de Psicología. Universidad Nacional Autónoma de México. 103 pág.
- Zea, R, C. M; Atuesta, V. M. R; Henao, C. M y Hernández, C. M. P. (2004). Entendiendo las ciencias con mapas conceptuales. *Revista Universitaria Eafit*. 134 (40): 10-24.