



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

MAESTRÍA EN DOCENCIA PARA LA EDUCACIÓN MEDIA SUPERIOR FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALA BIOLOGÍA

***“APRENDIZAJE COOPERATIVO: UNA ALTERNATIVA PARA LA ENSEÑANZA DEL
PROCESO DE FOTOSÍNTESIS EN ALUMNOS DE QUINTO SEMESTRE DE LA
ASIGNATURA DE BIOLOGÍA III, EN EL COLEGIO DE CIENCIAS Y HUMANIDADES”***

T E S I S

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:

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

PRESENTA:

BERTIN ELGUEA SÁNCHEZ

**TUTOR: DRA. PATRICIA DEL CARMEN COVARRUBIAS PAPAHIU
FES IZTACALA**

MIEMBROS DEL COMITÉ TUTOR:

**DRA. OFELIA CONTRERAS GUTIÉRREZ
DR. SERGIO CHÁZARO OLVERA**

**FES IZTACALA
FES IZTACALA**



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.

AGRADEZCO

A **Dios** por tantas bendiciones y por permitirme llegar hasta aquí.

A la **Universidad Nacional Autónoma de México** por darme la oportunidad de ser un miembro más de esta gran institución y brindarme una formación académica integral.

A la **Dra. Patricia del Carmen Covarrubias Papahiu** tutora principal de este trabajo, por creer en mí, aceptar continuar y apoyarme en todo momento; por sus comentarios, sugerencias y la gran disposición hasta el final.

A la **Dra. Ofelia Contreras Gutiérrez** por su apoyo, compromiso, comentarios y contribuciones hechas a este trabajo.

Al **Dr. Sergio Cházaro Olvera** por su amistad, paciencia, apoyo incondicional y, aportaciones para la realización de este trabajo.

Al **Dr. Jorge Ricardo Gersenowies Rodríguez** por su profesionalismo, comentarios y consejos para mejorar este trabajo.

A la **Dra. Martha Juana Martínez Gordillo** por el tiempo brindado a la lectura, observaciones y sugerencias.

A todos mis **profesores y compañeros MADEMS** por haber formado parte de mi vida por un instante.

DEDICO ESTE TRABAJO

A mi **madre** por darme la vida, siempre estará en mi corazón.

A mi esposa **Rocío** por influir para la culminación de este trabajo, por creer, ser tolerante, paciente e insistir insistir insistir; gracias por el gran apoyo que siempre ha sido incondicional, por caminar a mi lado y compartir tu tiempo conmigo.

A mi bebé **Dany** por ser mi inspiración y el gran regalo que Dios me dio; por el tiempo de juego que le robé. Gracias hija, este es un logro de los tres.

Las amo.

A mi **padre y a toda la familia** por estar ahí siempre, en las buenas y en las malas, gracias.

*El profesor mediocre dice. El buen profesor
explica. El profesor superior demuestra. El gran
profesor inspira.*

William A. Ward

ÍNDICE

RESUMEN	<u>1</u>
INTRODUCCIÓN.....	<u>2</u>
CAPÍTULO I. REFERENTES TEÓRICOS	<u>5</u>
1.1. Educación.	<u>5</u>
1.2. Del constructivismo individual al constructivismo social.	<u>9</u>
1.3. La necesidad de la cooperación en el aula escolar.	<u>13</u>
1.4. ¿Qué es y qué no es el aprendizaje cooperativo?	<u>16</u>
1.5. Antecedentes del aprendizaje cooperativo.	<u>20</u>
1.6. Fundamentación del aprendizaje cooperativo.	<u>24</u>
1.7. Características del aprendizaje cooperativo.	<u>33</u>
1.7.1. Tipos de grupos en el aprendizaje cooperativo.	<u>38</u>
1.7.2. Disposición de grupos de aprendizaje cooperativo.	<u>40</u>
1.7.3. Estructura de una clase cooperativa.	<u>44</u>
1.8. Función del profesor en grupos de aprendizaje cooperativo.	<u>47</u>
1.9. Ventajas del aprendizaje cooperativo en el aula.	<u>49</u>
CAPÍTULO II. CONTEXTO Y JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	<u>52</u>
2.1. El Colegio de Ciencias y Humanidades.	<u>55</u>
2.1.1. Antecedentes del Colegio de Ciencias y Humanidades.	<u>57</u>
2.1.2. Propósitos del Colegio de Ciencias y humanidades.	<u>59</u>
2.2. La Biología en el Plan de Estudios del CCH.	<u>61</u>
2.3. La enseñanza de la Biología en el CCH.	<u>64</u>
2.4. Contenido disciplinar elegido para la investigación: Proceso de fotosíntesis.	<u>67</u>
2.5. Justificación de la investigación.	<u>74</u>
CAPÍTULO III. PLANTEAMIENTO Y DISEÑO METODOLÓGICO	<u>78</u>
3.1. Pregunta de investigación.	<u>78</u>
3.2. Objetivos de la investigación.	<u>79</u>
3.3. Hipótesis.	<u>80</u>
3.4. Diseño de investigación.	<u>80</u>
3.5. Sujetos.	<u>82</u>

3.6. Escenario.	<u>82</u>
3.7. Instrumentos de medición aplicados.	<u>84</u>
3.8. Procedimiento.	<u>87</u>
3.8.1. Sesiones antecedentes.	<u>88</u>
3.8.2. Descripción de las estrategias de enseñanza por aprendizaje cooperativo.	<u>93</u>
3.8.3. Descripción de intervención docente en el grupo control.	<u>101</u>
3.9. Pruebas estadísticas.	<u>104</u>
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y ANÁLISIS	<u>108</u>
4.1. Diagnóstico de antecedentes personales y académicos de los alumnos participantes.....	<u>108</u>
4.2. Opinión sobre la importancia del aprendizaje cooperativo.	<u>111</u>
4.3. Resultados y análisis cuantitativo.	<u>114</u>
4.3.1. Resultados del cuestionario de conocimientos sobre fotosíntesis.....	<u>114</u>
4.3.2. Análisis estadístico.	<u>116</u>
4.3.2.1. Prueba de normalidad: W de Shapiro-Wilks.	<u>116</u>
4.3.2.2. Resultados de las pruebas estadísticas t de Student para muestras pareadas e independientes.	<u>117</u>
4.4. Resultados y análisis cualitativo.	<u>126</u>
4.4.1. Resultados de los cuestionarios para el control de trabajo y desempeño de las funciones de los integrantes de cada equipo cooperativo.	<u>127</u>
4.4.2. Cuestionario de autoevaluación.	<u>139</u>
CONCLUSIONES	<u>149</u>
REFERENCIAS	<u>156</u>
ANEXOS.....	<u>169</u>

RESUMEN

El objetivo de la presente investigación, fue evaluar si el aprendizaje cooperativo como estrategia de enseñanza favorece el aprendizaje del proceso de fotosíntesis y comparar este modelo de instrucción con el modelo tradicional para determinar su eficacia. Para ello, se utilizó un diseño cuasi-experimental en la modalidad preprueba-tratamiento-posprueba (ABA) con dos grupos intactos, uno experimental y otro control; cuyo alcance fue de tipo correlacional. En el grupo experimental se instrumentaron estrategias de enseñanza basadas en el aprendizaje cooperativo y en el grupo control se empleó el modelo tradicional. Asimismo, se efectuó una preprueba y posprueba de forma individual sobre conocimientos de fotosíntesis en ambos grupos y, cuyas puntuaciones se analizaron con el estadístico de prueba *t* de Student para muestras pareadas e independientes. Los resultados indican que el aprendizaje cooperativo como estrategia de enseñanza si favorece el aprendizaje del proceso de fotosíntesis y las vías metabólicas que intervienen, en estudiantes que cursan la asignatura de Biología III, que se imparte en el 5° semestre en el Colegio de Ciencias y Humanidades, por tanto, existe una correlación positiva entre la intervención didáctica basada en el aprendizaje cooperativo y el rendimiento académico; sin embargo, al comparar el valor promedio de la posprueba en ambos grupos se confirma que no existen diferencias en el aprendizaje del contenido de instrucción entre estudiantes que trabajaron con el modelo de enseñanza tradicional y quienes lo hicieron con el modelo de enseñanza basado en actividades de aprendizaje cooperativo. Ambos modelos de instrucción mejoraron el rendimiento académico de los alumnos. En consecuencia, la enseñanza basada en estrategias de aprendizaje cooperativo no es más eficaz que el modelo tradicional para el aprendizaje del proceso de fotosíntesis. No obstante, se obtuvieron datos suficientes para comprobar que los alumnos que participaron en grupos cooperativos mejoraron sus habilidades sociales, actitud hacia el trabajo en equipo y disposición hacia el aprendizaje. Por lo anterior, el aprendizaje cooperativo como estrategia puede considerarse una buena alternativa para la enseñanza y aprendizaje de procesos biológicos.

INTRODUCCIÓN

El aprendizaje no puede explicarse por sí mismo como un fenómeno, sino como un proceso en el que intervienen los alumnos, el profesor, el contenido de aprendizaje y las estrategias a instrumentar durante la instrucción, es decir, una serie de elementos que dan forma a la estructura didáctica, pero además están las experiencias anteriores de los estudiantes que determinan la disposición y la posibilidad de aprender, porque éstos están sometidos a la influencia de otras personas, desde su nacimiento y durante toda su vida. Esto da como consecuencia que los alumnos no aprendan solos, sino integrados en un contexto social, que da sentido a lo que aprenden.

En el ámbito escolar, la enseñanza-aprendizaje plantea la necesidad de favorecer situaciones en las que el alumno discuta, contraste puntos de vista, comparta tareas. Estas actividades deben tomar siempre en cuenta la parte afectiva, ya que la inteligencia está conectada con los afectos y los sentimientos. Por ello es de suma importancia que el aula sea un lugar propicio en donde se tenga comunicación abierta y se fomente la interacción alumno-alumno para ampliar las posibilidades de construcción social del conocimiento y de las experiencias para desarrollar habilidades sociales para el logro de un bien común.

El aprendizaje cooperativo (AC) ha sido un tema de interés en las últimas décadas, sobre todo en los Estados Unidos y ha sido investigado desde diferentes orientaciones teóricas. Los modelos de instrucción cooperativa se han extendido rápidamente en todo el mundo y no sólo por sus implicaciones a nivel escolar y social, sino también laboral.

La mayoría de las investigaciones sobre el AC se han centrado en las aplicaciones del mismo, sobre variables académicas y sociales; la comparación de situaciones cooperativas, competitivas e individualistas y, a partir de la década de los ochenta del siglo pasado se modificó

el objeto de estudio e inició el análisis de los factores que condicionan los efectos del aprendizaje cooperativo, para averiguar las causas de los resultados positivos del aprendizaje cooperativo y los mecanismos implicados.

Así, el presente trabajo se enmarca entre las dos primeras líneas de investigación; es decir, se busca evaluar al aprendizaje cooperativo como estrategia didáctica para el aprendizaje del proceso de fotosíntesis, a través de la comparación de una estructura cooperativa de actividades en clase, con una tradicional (individualista y competitiva). En su estructura, el estudio se organiza en cuatro capítulos:

En el primer capítulo se presenta el marco teórico donde se realiza una aproximación al concepto de educación; asimismo, se hace un esbozo del constructivismo psicogenético de Piaget y las aportaciones del constructivismo sociocultural de Vygotsky, cuya propuesta es un referente importante para esta investigación. De igual forma, se hace una revisión sobre el aprendizaje cooperativo como referente pedagógico; así, se describe su aportación a la construcción del conocimiento, la necesidad de la cooperación, definición, antecedentes, fundamentación, características, elementos básicos que lo estructuran, la conformación de una clase cooperativa, función del docente en grupos cooperativos y sus ventajas en el aula.

En el segundo capítulo se detalla el contexto en el que se desarrolló la investigación; se describen algunas características de la educación media superior en México; asimismo, se mencionan aspectos relevantes del Colegio de Ciencias y Humanidades, la enseñanza de la biología en el Colegio, dificultades de enseñanza y aprendizaje del contenido disciplinar elegido, y finalmente la justificación para la realización de este trabajo.

A lo largo del capítulo tres se describe el planteamiento del problema y el diseño metodológico de esta investigación, de manera que se revisan las preguntas a resolver, objetivos,

hipótesis, diseño de investigación y alcance, descripción de la población con la que se trabajó, los instrumentos de medición empleados, el procedimiento y las pruebas estadísticas aplicadas.

El análisis cuantitativo de los resultados obtenidos de los instrumentos de medición aplicados, a partir de los estadísticos de prueba; así como, el análisis cualitativo, se describen en el capítulo cuatro. En seguida y con base en la interpretación de los resultados se detallan las conclusiones obtenidas en este trabajo.

En la parte final de este escrito se muestran las referencias bibliográficas, hemerográficas y electrónicas que se consultaron para sustentar esta investigación y, los anexos que dan cuenta de los elementos que estructuraron el diseño instruccional de la intervención mediante estrategias de aprendizaje cooperativo en el desarrollo de este trabajo.

CAPÍTULO I

REFERENTES TEÓRICOS

1.1. EDUCACIÓN

El hombre ser social por naturaleza, se hace (o rehace) en la medida en que es educado, así la educación lo que propone es la construcción de un *hombre nuevo*, distinto de cómo lo ha engendrado la naturaleza, busca crear un ser social; pues es la sociedad, siguiendo sus necesidades, la que decide la cantidad y naturaleza de los conocimientos que debe recibir el niño y es la que conserva la conciencia adquirida por las generaciones anteriores y también la que la transmite a las nuevas generaciones (Bustamante, 2006).

Mediante el proceso educativo se transmiten los valores fundamentales y la preservación de la identidad cultural y ciudadana; es la base de la formación y preparación de los recursos humanos necesarios. La escuela se convierte así, en el lugar para la adquisición y difusión de los conocimientos relevantes y el medio para la multiplicación de las capacidades productivas. Es decir, la educación a través de la historia ha sido considerada como el recurso más idóneo y el eje rector de todo desarrollo y renovación social.

En la actualidad la educación debe proveer ciudadanos mejor preparados, que sean conscientes de su papel dentro de la sociedad a la que pertenecen, capaces de competir con otros individuos de otras culturas más desarrolladas que la nuestra, jóvenes que estén capacitados para enfrentar los retos de una competencia internacional basada en la ciencia y la tecnología; pero además, capaces de actuar de forma solidaria en una sociedad que aún tienen carencias e injusticias.

La construcción de los sistemas de enseñanza a los que tantos recursos humanos y materiales se les viene dedicando desde hace tiempo en los países occidentales, tiene como

finalidad prioritaria que el alumnado adquiera y utilice los conocimientos culturales y científicos de una manera eficaz. La preocupación por llevar a cabo de una forma óptima la tarea de la enseñanza escolar, es decir, la parte de la relación educativa de la que son responsables el centro y el profesorado, ha estimulado que desde la Psicología se busque una explicación del aprendizaje y el control del mismo. Lo que ha generado una gran cantidad de estudios¹, que han concluido en la formulación de una serie de teorías o posturas sobre el aprender qué, referidas específicamente al aprendizaje escolar, éstas constituyen un conjunto de propuestas que han tratado de explicar cómo el alumnado puede captar, comprender, hacer significativo y asimilar mejor lo que el profesor trata de enseñarle.

La educación por consiguiente, se concreta en el aprendizaje guiado o manipulado, encabeza hacia fines prácticos y específicos. Estos fines pueden definirse como la adquisición permanente de cuerpos estables de conocimiento y de las capacidades necesarias para adquirir conocimiento (Ausubel, 1980: 22-23).

Cuando se habla de educación, de docencia o simplemente en cualquiera de los dos casos, hay implícitamente una referencia al aprendizaje como su objeto o como su propósito. Cualquier acción educativa requiere que haya la posibilidad al menos de aprendizaje para que pueda ser calificada como tal. Por ende, todas las propuestas curriculares sin excepción, en la medida en que transmiten proyectos educativos, participan de una determinada manera de entender el aprendizaje y, en consecuencia, de una forma concreta de concebir la enseñanza.

Sin embargo, enseñar es sólo una de las condiciones que pueden influir en el aprendizaje, ya que los alumnos pueden aprender sin ser enseñados; y aunque el maestro sea muy competente, los alumnos pueden no aprender si son desatentos, carecen de motivación o están

¹ Dichos estudios, han pasado de una serie de inferencias derivadas de realizaciones y experimentos llevados a cabo en situaciones de laboratorio, a otras contrastadas en contextos específicos de clase que hacen referencia a las construcciones cognoscitivas realizadas por el profesorado y el alumnado, o al análisis de los medios y métodos de enseñanza, entendidos como cualquier tipo de elemento facilitador de la comunicación educativa (Hernández y Sancho, 2003: 56).

cognoscitivamente impreparados. No obstante, el aprender sigue siendo todavía la única medida factible del mérito de la enseñanza, la cual es en sí eficaz tan sólo en la medida en que manipula eficientemente las variables psicológicas que gobiernan el aprendizaje.

Las teorías del aprendizaje y las de la enseñanza son interdependientes y mutuamente exclusivas. Ambas son necesarias para una ciencia pedagógica completa y ninguna de ellas es sustituto adecuado de la otra (Ausubel, 1980: 25-30). Del mismo modo, el sentido de la enseñanza depende del sentido que se le dé al aprendizaje y éste dependerá, en buena medida, de las actividades diseñadas para la enseñanza.

Por ende, la educación involucra el binomio enseñanza-aprendizaje, que consiste en un sistema de comunicación intencional que se produce en un marco institucional y en el que se generan estrategias encaminadas a provocar el aprendizaje (Contreras, 1994: 23); además, es una práctica social. Así, la enseñanza al ser intencional es diseñada para dar lugar al aprendizaje de los alumnos (Tom, 1984, citado por Contreras, 1994: 16-21).

Bajo esta óptica, la explicación del proceso que involucra a la enseñanza y al aprendizaje ha derivado en múltiples y variadas teorías psicológicas del aprendizaje (psicopedagógicas²). La perspectiva histórica refleja una consideración del mismo desde una orientación conductista a una cognoscitiva, sin olvidar las diversas variantes existentes en cada una de ellas. Las diferencias se traducen no sólo en la concepción del aprendizaje, sino también en los factores que influyen el mismo, en cómo se produce, cuál es el papel desempeñado por los procesos cognoscitivos (atención, memoria, etc.), cómo ocurre la transferencia o generalización de lo aprendido. Por lo tanto, resulta difícil encontrar una definición de aprendizaje, que sea

² Rama de la Psicología que se ocupa de los fenómenos de orden psicológico para llegar a una formulación más adecuada de los métodos didácticos y pedagógicos.

comúnmente aceptada por los diferentes autores, con independencia del enfoque teórico en el que se sitúen.

Pero, tienen en común la concepción básica de que “los procesos de aprendizaje juegan un papel central en el desarrollo del ser humano”; por tanto se puede afirmar que los psicólogos que estudian el aprendizaje se interesan por “procesos de cambio que ocurren como resultado de la experiencia” (Mazur, 1986, citado por Del Río, 1997: 43). Al mismo tiempo han ido formulando leyes y principios que explican y regulan los procesos de aprendizaje. Desde estas teorías se ha intentado explicar cómo aprenden los animales y el hombre más allá de posibles referencias respecto a capacidades determinadas biológicamente (determinismo biológico) o a entidades de naturaleza no física (mentalismo).

Históricamente el conductismo y el cognoscitivismo son posturas que han tenido una gran aceptación para explicar el aprendizaje y sus implicaciones, pero no son las únicas, pues existen otras que de igual forma y bajo sus propios argumentos tratan de describir y comprender el proceso en todas sus dimensiones. De esta forma, dentro de esta gama de tendencias explicativas destaca hoy en día el constructivismo como una de las tendencias que ha logrado establecer espacios en la investigación e intervención en educación, por su sistematicidad y sus resultados en el área del aprendizaje, a diferencia de otras posturas que plantean explicaciones acercadas sólo al objeto de estudio y otras que sólo acuden al sujeto cognoscente como razón última del aprendizaje; el constructivismo propone la interacción de ambos factores en el proceso social de la construcción del aprendizaje significativo.

1. 2. DEL CONSTRUCTIVISMO INDIVIDUAL AL CONSTRUCTIVISMO SOCIAL

El tema de cómo se forman los conocimientos ha sido un tema apasionante para el hombre desde tiempos inmemoriales, por lo que buscar sus orígenes en la concepción constructivista llevaría a remontarnos muchos años atrás. Se pueden identificar dos corrientes que dominaron durante mucho tiempo: la idea de que los conocimientos estaban dentro del ser humano y que solamente había que activarlos para que afloraran (innatismo), y otra, que consideraba que el conocimiento estaba afuera y había que llevarlo al sujeto como si se tratara de una copia que se debía impregnar en el cerebro humano (empirismo). Precisamente, el constructivismo no se considera innatista, ni empirista, sino un término medio, haciendo justicia al padre del cognoscitismo, Jean Piaget (Pimienta, 2005: 8).

En la postura constructivista psico-genética se acepta la permanencia del sujeto y el objeto en el proceso de conocimiento. Ambos están íntimamente relacionados, en tanto que el sujeto, al actuar sobre el objeto, lo transforma y a la vez se estructura a sí mismo construyendo sus propios marcos y estructuras interpretativos (Castorina, 1989, citado por Hernández, 1999: 176). Por lo tanto, la postura epistemológica del constructivismo piagetiano es relativista. No puede hablarse de una preponderancia del sujeto o del objeto, dado que ambos están asociados y su participación debe ser considerada necesaria e interdependiente (Hernández, 1999: 177).

El constructivismo Piagetiano parece enfatizar los procesos cognoscitivos internos a expensas de la interacción social en la construcción del conocimiento por el aprendiz. Ya que para Piaget el aprendizaje es una actividad individual, es decir, en solitario³, situación que sí bien es aceptada por algunos y rechazada por otros especialistas de la educación, debe tenerse cuidado de considerarla como verdad absoluta, pues existen otros factores que intervienen en el

³ Algunos estudiosos del desarrollo sostienen que en Piaget no se puede encontrar una descripción adecuada de la construcción social del conocimiento; algunos dicen que esa descripción no existe en absoluto. Sin embargo, la posición de Piaget (1977) es totalmente distinta, él sostiene que “la experiencia social es necesaria pero no suficiente, para el desarrollo intelectual, desde la cuna hasta la muerte”. Además afirma que la experiencia social es tan saturadora como necesaria (citado en Tryphon y Vonèche, 2001: 148).

desarrollo cognoscitivo y el aprendizaje de los alumnos. En consecuencia, el constructivismo tiene necesidad de acomodar la complementariedad entre la construcción individual y la interacción social.

La teoría sociocultural de Vygotsky, constituye para la presente investigación el referente psicopedagógico principal, pero se debe aclarar que no en su versión radical, desde la cual el alumno *no puede aprender sin la ayuda de otros*. Concretamente, en esta investigación se asume como referente la teoría sociocultural, pero sin olvidar las aportaciones de Piaget. De manera que se debe entender que el contexto social en el que se realiza el proceso de aprendizaje, lo favorece a partir de la promoción de conflictos cognoscitivos en los alumnos y, por tanto, se convierten en el factor decisivo del cambio conceptual. En otras palabras, el intercambio de significados entre compañeros con diferentes niveles de conocimiento genera un cambio en los esquemas del alumno, lo que produce aprendizaje (*con amigos se aprende mejor*). Razón por la que debe destacarse la necesidad en las prácticas educativas de promover una instrucción cooperativa como estructura primordial de las actividades de aprendizaje en el aula.

En los últimos años hemos pasado de un constructivismo intelectual o endógeno que subraya marcadamente las estructuras y procesos mentales, a otro que sin dejar de tomar en consideración lo anterior, pondera la función de las relaciones sociales para aprender; a este último algunos lo nombran constructivismo social (Ferreiro, 2004: 32), el cual no niega nada de las suposiciones del constructivismo psicológico, sin embargo considera que está incompleto. Lo que pasa en la mente del individuo es fundamentalmente un reflejo de lo que paso en la interacción social.

Además de enfatizar que el aprendizaje es un proceso de construcción activa de significado, los constructivistas sociales enfatizan que el proceso funciona mejor en ámbitos

sociales en los que dos o más personas llevan a cabo un discurso sostenido acerca de un tema. Así, se asume que el alumno se acerca al conocimiento como aprendiz activo y participativo, constructor de significados y generador de sentido sobre lo que aprende; además el alumno no construye el conocimiento de manera aislada, sino en virtud de la mediación de otros y, en un momento y contexto cultural particulares⁴, con la orientación hacia metas definidas (Rogoff, 1993, citado por Díaz-Barriga, 2006: 14). La participación en discusiones grupales ayuda a los estudiantes a avanzar su aprendizaje en varias formas. La exposición a nueva información de entrada proveniente de otros los hace percatarse de cosas que no conocían y los lleva a la expansión de sus estructuras cognitivas. La exposición a ideas que contradicen sus propias creencias y tal vez que las reestructuren. La necesidad de comunicar sus ideas a los demás los obliga a articular dichas ideas con mayor claridad, lo cual agudiza sus concepciones y a menudo lleva al reconocimiento de conexiones nuevas. Como resultado, las estructuras cognoscitivas se desarrollan mejor (mejor diferenciadas y mejor organizadas) (Good y Brophy, 1996: 166).

El proceso de construcción de conocimientos, entonces, ya no se entiende como una realización individual, sino como un proceso de co-construcción o de construcción conjunta que se realiza con la ayuda de otras personas, que en el contexto escolar son el profesor y los compañeros del aula. El aula se redefine así, como una comunidad de aprendices, donde el profesor o profesora orquesta las actividades.

La construcción del conocimiento en el aula es un proceso social y compartido, premisa del constructivismo social, cuya finalidad es promover los procesos de crecimiento personal en el marco de la cultura social de pertenencia, así como desarrollar el potencial que todos tenemos al realizar aprendizajes significativos por sí solos y con otros en una amplia gama de situaciones

⁴ Esta característica fundamenta el hecho que algunos autores conciben al constructivismo social en relación con el aprendizaje situado. Es decir, el aprendizaje ocurre esencialmente en interacción entre el contexto con los agentes sociales y culturales, a través de la participación en actividades y prácticas culturales (González-Pumariega, Núñez, Cabanach y Valle, 2002: 49).

(Ferreiro, 2004: 33).

Ahora bien, bajo las argumentaciones anteriores se tienen las bases para comprender el paso de una concepción constructivista individual a un constructivismo social y, poder reconocer al aprendizaje como una construcción del conocimiento, donde el alumno es más activo y creativo; además, el contenido de aprendizaje no se incorpora desde afuera, sino se construye desde adentro, por tanto, el alumno es consciente de sus propios procesos cognitivos y puede controlarlos. Asimismo, es indudable que las aportaciones más recientes sobre el aprendizaje escolar nos ofrecen un panorama mucho más integrador. De Corte (1995) señala que “el aprendizaje es un proceso de conocimiento y construcción de significados, acumulativo, autorregulado, orientado a una meta, situado, cooperativo y diferente individualmente” (citado por González-Pumariega, Núñez, Cabanach y Valle, 2002: 49).

En este sentido, a continuación se muestran algunos principios del aprendizaje que se asocian a una postura constructivista social:

- El aprendizaje es un proceso constructivo interno, autoestructurante.
- El grado de aprendizaje depende del nivel de desarrollo cognoscitivo.
- Punto de partida de todo aprendizaje son los conocimientos previos.
- El aprendizaje es un proceso de (re)construcción de saberes culturales.
- El aprendizaje se facilita gracias a la mediación o interacción con los otros.
- El aprendizaje implica un proceso de reorganización interna de esquemas.
- El aprendizaje se produce cuando entra en conflicto lo que el alumno ya sabe con lo que debería saber (Díaz-Barriga y Hernández, 2002: 36).

Por ende, es deseable una cultura cooperativa en los salones de clase que pueda favorecer la creación de experiencias de aprendizaje, donde los alumnos con distintas habilidades y niveles

cognoscitivos, intercambien sus representaciones de la realidad y provoquen conflictos cognoscitivos para llegar al cambio conceptual.

1. 3. LA NECESIDAD DE LA COOPERACIÓN EN EL AULA ESCOLAR

No es extraño hablar de interacción y de cooperación, sobre todo en el mundo de las relaciones laborales modernas y de la mundialización de la economía. También en el terreno de la educación y, quizá como una exigencia más del tejido de las relaciones comerciales homogeneizadoras y de las necesidades productivas modernas, se están introduciendo en la escuela estrategias y técnicas de cooperación, para afrontar mejor los retos de aprendizaje y de competencias que la sociedad moderna exige de la escolarización de los jóvenes. Desde el punto de vista de la Pedagogía y de la Psicología Social, tampoco es ninguna novedad hablar del trabajo en grupos, especialmente atendiendo a una necesidad de mejora de comportamientos colectivos.

Las transformaciones en el ámbito social y educativo que se vienen gestando desde hace algunas décadas, se caracterizan por la paulatina introducción de múltiples y diversas tecnologías audiovisuales e informáticas y la modificación que las mismas comportan, en lo que se refiere a la limitación en la necesidad del establecimiento de relaciones interpersonales para el acceso a ciertos conocimientos, esto nos pone ante el surgimiento de un mundo *individualista*; sin embargo, es importante recordar que nuestros alumnos forman parte de un grupo dentro del aula, lo cual permite al docente favorecer en la medida de lo posible una “cultura cooperativa”, donde al asignar roles a los estudiantes, los involucren en el proceso de aprendizaje, al mismo tiempo, que se promuevan las relaciones entre iguales.

Lo cual obliga a reflexionar sobre cuál debe ser el propósito actual de la educación,

atendiendo a la diversidad social y al progresivo reconocimiento de los derechos de todos los ciudadanos en el seno del sistema educativo. Dicha reflexión debe considerar también, las características que deben reunir los contextos, centros educativos y las posibles modalidades de actuación para facilitar la apropiación de los propósitos perseguidos por parte de los individuos en la forma más idónea para ellos. Porque no basta con querer propiciar una finalidad, si los contextos y los recursos empleados no son los idóneos.

Por tanto, en una organización educativa como es la escuela o una clase, la situación de un alumno cualquiera se debe analizar desde dos puntos de vista distintos: el de los objetivos alcanzados o aquello que es capaz de alcanzar, y el de las oportunidades que realmente ha tenido para poderlos alcanzar.

Tradicionalmente, a los alumnos se les considera desde el primero de dichos puntos de vista y, así, en clase se tiende a comprender la diversidad del alumnado en términos de realizaciones, puesto que se argumenta, que las oportunidades que se ofrecen para todos son las mismas y se presentan de un modo idéntico, en igualdad de condiciones. Sin embargo, no parece tan claro si en vez de identificar las realizaciones consideramos las oportunidades de que realmente disponen distintos tipos de alumnos y el modo cómo las utilizan o las pueden utilizar desde su situación personal o académica. Es decir, el hecho de ofrecer los mismos recursos para el aprendizaje, no significa que todos los usarán del mismo modo para convertirlos en aprendizaje y mejora personal.

La misma diversidad del alumnado, es la que hará que un mismo tipo de recursos docentes se transformen en una pluralidad de posibilidades, que un mismo recurso posea distintas potencialidades de desarrollo educativo, más ventajosas para algunos, más limitadoras para otros. Así, las concepciones educativas que consideran potencialmente iguales a los

alumnos, acaban derivando en prácticas docentes realmente muy poco igualitarias, al no considerar el hecho de que el trato igualitario suele acabar traducándose en un trato desigual para aquellos alumnos que se encuentran en una situación “desfavorable” de inicio o en una situación de “desventaja” durante el desarrollo del proceso de enseñanza (Rué, 2003: 14-15).

Lo importante no es lo que se pretende reproducir, sino lo qué se hace y cómo se hace en los centros educativos. Además, se debe destacar la importancia de la función que desempeña en los procesos de intercambio y sus características, el ambiente social, pues a través del complejo juego de interacciones se forma la disposición mental y emocional de la conducta de los individuos (Dewey, 1967, citado por Rué, 1988: 18). Del mismo modo, Bruner (1988) señala que “educar en una democracia es educar la diversidad, la riqueza y la participación humanas” (citado por Rué, 1998: 18).

Por tanto, se ha venido dando una serie de cambios en la función de la escuela y en la importancia de los procesos involucrados en el aprendizaje; estos últimos se han identificado en los resultados de las investigaciones sobre la apropiación del conocimiento, realizadas desde la postura sociocultural, es decir, desde la corriente que considera el importante papel que desempeñan las herramientas que nos proporciona nuestro entorno social y cultural, como el propio lenguaje, en ese largo proceso que es el aprender.

La idea de promover en los estudiantes una concepción más clara de su condición individual que debe ajustarse a un contexto social y, al mismo tiempo, respetar su identidad propia, donde la mejor forma de convivir es a través de hacer valer sus derechos y cumplir con sus obligaciones, sin limitar el desarrollo de otros, es una necesidad imperante ante los cambios tan rápidos y determinantes que han modificado la forma de vida en la sociedad contemporánea.

En este sentido, el aprendizaje por reestructuración cognoscitiva, se centra en la esencia

sociocultural del aprendizaje humano, a través de la convivencia y la construcción, tanto a nivel personal, como a nivel de grupo. Pues, es precisamente la enorme variedad que se da entre cualquier grupo de alumnado la que justifica la necesidad de considerar la diversidad de intervenciones educativas en términos de oportunidades reales que se ofrecen a los alumnos, en vez de percibir las desde su homogeneidad.

Como señalan Johnson y Johnson (1990a)

Ha sido principalmente la cooperación lo que ha permitido sobrevivir a la especie humana entre otras especies más fuertes, más grandes, más veloces, etc. ha sido la cooperación la que ha hecho posible la evolución del hombre. De manera que en la actualidad la cooperación está en el centro de la familia, de los sistemas económicos e incluso, se observa hoy en día una fuerte interdependencia entre individuos, comunidades y estados, de tal manera que si queremos ir resolviendo los problemas económicos, ecológicos, etc., de las actuales sociedades, es necesario cooperar a diferentes niveles (citados por Ovejero, 1990: 182).

Por ello, hoy más que nunca, la cooperación es la condición necesaria para la supervivencia del género humano. Asimismo, es fundamental la instrumentación de la cooperación en la escuela de cara a formar ciudadanos realmente cooperativos.

1.4. ¿QUÉ ES Y QUÉ NO ES EL APRENDIZAJE COOPERATIVO?

El trabajo en equipo, un término que se emplea muy frecuentemente en las aulas de clase, depende de la organización y desarrollo de las actividades que los profesores desplieguen. Trabajar en equipo es un modelo que se ha seguido y se ha modificado con el paso del tiempo, ahora se ha dado más peso al AC, es decir, un grupo de alumnos trabajan en equipo y el resultado de este trabajo debe reflejar que todos y cada uno de ellos hayan aportado información de igual manera. Al AC también se le conoce como aprendizaje entre iguales o aprendizaje entre

colegas, a partir del principio educativo de que “el mejor maestro de un niño es otro niño” (Ferreiro, 2004: 34).

En la literatura, algunos autores han descrito al AC diferente al aprendizaje colaborativo (Panitz, 2001 y Zañartu, 2003), donde colaborar es contribuir con algo, ayudar a otros al logro de un fin, mientras que cooperar es obrar conjuntamente con otro para un mismo fin. Es decir, de acuerdo a estos autores la colaboración es una filosofía de interacción y una forma de vida personal, mientras que la cooperación es una estructura de interacción diseñada para facilitar la realización de un producto final o de una meta; así, por aprendizaje en colaboración se entiende cualquier actividad en la cual dos o más personas trabajan de forma conjunta para definir un significado, explorar un tema o mejorar competencias, por su parte el AC es definido por un conjunto de procesos que ayudan a interactuar a la gente agrupada para lograr una meta específica o desarrollar un producto final en el cual existe o aparece un contenido específico.

Sin embargo, para otros autores la cooperación es una manera de colaboración, es trabajar juntos para alcanzar una meta, no distinguen diferencia entre el AC y el colaborativo; en tanto que los dos responden a una postura constructivista social. Donde, el conocimiento es descubierto por los alumnos y transformado en conceptos con los que el alumno puede relacionarse; luego es reconstruido y expandido a través de nuevas experiencias de aprendizaje.

Del mismo modo, otros autores cuando se refieren al AC usan expresiones como: *enseñanza cooperativa*, *educación cooperativa*. Otra forma para referirse al AC es la noción de *aprendizaje en grupo*; esta última expresión, por lo regular no se utiliza o se evita para no confundir el AC con el aprendizaje grupal (Ferreiro, 2004: 34). Asimismo, con frecuencia los pedagogos hablan de cooperación y cooperativismo, pero no están haciendo referencia al AC, sino más bien a la gestión cooperativa (Ovejero, 1990: 57). Si bien es cierto que el AC es

aprendido en grupos, este es más complejo que el simple trabajo en grupo.

Deutsch (1949a, 1949b, 1962) define una situación cooperativa como:

Aquella en la que las metas de los individuos separados van tan unidos que existe una correlación positiva entre las consecuencias o logros de sus objetivos, de tal forma que un individuo alcanza su objetivo si y sólo si también los otros participantes alcanzan el suyo (citado por Ovejero, 1990: 58).

Al respecto, Johnson, Johnson y Holubec (2004: 14) señalan que:

La cooperación consiste en trabajar juntos para alcanzar objetivos comunes. En una situación cooperativa, los individuos procuran obtener resultados que son beneficiosos para ellos mismos y para los demás miembros del grupo. El AC es el empleo didáctico de grupos reducidos en los que los alumnos trabajan juntos para maximizar su propio aprendizaje y el de los demás.

Por lo anterior, el AC es una forma de aprender en grupo; es decir, en comunidad. Si bien un grupo es un conjunto de personas, aquél debe reunir ciertas características para ser considerado psicológica y pedagógicamente como tal. Estas características son: coincidir las personas en un lugar durante un tiempo, tener una tarea común que posibilite su interacción y el interjuego de adjudicación y asunción de funciones y, sus mutuas representaciones internas (Manual red latinoamericana, talento, 2002, citado por Martínez, 2004).

El AC es una modalidad del trabajo en grupo, pero no todos los trabajos que se realizan en grupo tienen las características del AC; éstas son las siguientes:

- La organización del trabajo en pequeños grupos.
- La consecución de objetivos individuales está directamente relacionada con la consecución de los objetivos del grupo.
- La obtención de compensaciones y/o la evaluación se realiza según los resultados del trabajo en grupo (Maté, 2003: 20).

Por otro lado, Ferreiro y Calderón (2001: 31-32) consideran que el AC no es:

- Sentar en la misma mesa a un grupo de alumnos para que se comuniquen cuando hacen una tarea individual.
- Reunir a estudiantes para realizar una actividad.
- Solicitar a los alumnos que realicen una tarea y, una vez realizada ayuden a un compañero.
- Establecer una actividad que una o dos personas realizan en el equipo, mientras que el resto sólo espera para firmar el informe final.
- Seleccionar un líder en cada equipo.

A pesar de contar con una aproximación de lo que se entiende por AC, aún existen controversias sobre todo en su interpretación Pedagógica; pues, algunos pedagogos definen al AC como un modelo educativo, una metodología de enseñanza, un proceso de aprendizaje, un enfoque metodológico, un método o un conjunto de técnicas de conducción del aula en la cual los estudiantes trabajan en unas condiciones determinadas en grupos pequeños desarrollando una actividad de aprendizaje y recibiendo evaluación de los resultados conseguidos.

Autores como Cohen (1994, citado por Lobato, 1997), Rué (1998: 20) y Echeita (2003: 34), consideran que el AC es una estrategia o conjunto de estrategias de enseñanza-aprendizaje.

Además, Solsona (2003: 92-93) considera que el AC es una estrategia de gestión de aula que privilegia la organización del alumnado en grupos para la realización de tareas y actividades de aprendizaje en el salón. Así, el AC comparte la idea de la agrupación del alumnado en grupos que preferentemente son heterogéneos en función de género y del ritmo de aprendizaje.

Como resultado de esta diversidad de ver y entender al AC, en esta investigación se utilizó el aprendizaje cooperativo como estrategia de enseñanza en el aula, para cubrir el tema de

fotosíntesis que se ubica en la primera unidad del programa de estudios de Biología III del CCH, con la finalidad de evaluar la eficacia de una estructura de actividades basadas en el AC para promover la comprensión del proceso de fotosíntesis y las vías metabólicas involucradas. Esta forma de trabajo en equipo se realizó bajo la perspectiva cooperativa y no colaborativa, ya que la cooperación es una estructura de interacción que requiere de la división de tareas entre los miembros del grupo para facilitar el logro de una meta u objetivo, lo que implica que cada estudiante se hace cargo de un aspecto y luego se ponen en común los resultados; el profesor es quien dirige y controla las acciones. Mientras que para la colaboración se requiere de una preparación más avanzada para trabajar con grupos de estudiantes, por lo que éste se verá reflejado cuando el alumno haya trabajado previamente en un ambiente cooperativo. Así, se utilizará la expresión únicamente de AC a lo largo de la investigación.

1. 5. ANTECEDENTES DEL APRENDIZAJE COOPERATIVO

Las ideas pedagógicas esenciales del AC no son nuevas, pues han estado presentes a lo largo de la historia de la educación; lo que sí es nuevo es la reconceptualización teórica que se hace a partir de los puntos de vista de la ciencia contemporánea y las investigaciones experimentales de investigación-acción, su eficacia y eficiencia en comparación con otras formas de organizar el proceso educativo (Ferreiro, 2004: 34).

De manera que entre las primeras propuestas enmarcadas en el AC, se tiene:

- I. La *Biblia* y el *Talmud*, se hacen referencia a la necesidad de la colaboración entre iguales. El *Talmud*, establece que para que uno aprenda debe tener un socio que le facilite el aprendizaje y, a su vez facilitar uno el aprendizaje de él.

- II. El filósofo Séneca expresó: *quidocet discet*, que quiere decir: “cuando enseñas aprendes dos veces”, enfatizando así el valor de enseñar para aprender.
- III. En el siglo primero, el educador Quintiliano planteó que “los estudiantes pueden beneficiarse enseñándose mutuamente”. Con esta frase hizo alusión a la necesidad de que cada aprendiz enseñe a los demás para que, de esta forma, aprenda mejor (Ferreiro y Calderón, 2001: 14-15).
- IV. Más tarde, Comenio sostuvo que “el maestro aprende mientras enseña y el alumno enseña mientras aprende”. Toda su *Didáctica Magna* expresa una Filosofía educativa, en la que tanto maestro como alumno son enseñantes y aprendices (Comenio, 2003).
- V. J. J. Rousseau (1712-1784) en su obra *Emilio* propone, el predominio de un estricto principio de igualdad entre todos los alumnos (Ovejero, 1990: 60).
- VI. En el siglo XVIII, Joseph Lancaster y Andrew Bell utilizaban intensamente en Inglaterra las bondades de los grupos de AC, introduciendo mediante la Pedagogía del trabajo la noción de equipo, siendo exportada esta idea a América del Norte cuando en Nueva York se abrió, en 1806, una escuela lancasteriana.
- VII. El coronel Francis Parker en el último cuarto del siglo XIX, quien, mientras fue superintendente de las escuelas públicas en Quincy, Massachusetts (1875-1880), potenció muchísimo sus procedimientos de AC. Según él, “los niños son colaboradores naturales y su mayor diversión, después del descubrimiento de la verdad, es compartir la verdad con sus compañeros”. La finalidad primordial de Parker con su potencialización del AC en las escuelas era facilitar el desarrollo de una sociedad verdaderamente cooperativa y democrática (Johnson y Johnson, 1987, citados por Lobato, 1997).

- VIII. El español Ferrer Guardia (1859-1909) funda la *Escuela Moderna*, donde se incluyen algunos principios del AC como: la ausencia de competencia a diferentes niveles, pretendiendo basarse, en cambio, en el principio libertario de solidaridad, o sea, *apoyo mutuo*.
- IX. La Pedagogía de Freinet (1896-1966) difundida un poco después de la primera guerra mundial en Francia, expresa un concepto de educación, cuya característica principal es la cooperación entre maestros, entre alumnos y de ambas partes entre sí (Ovejero, 1990: 60, 63).
- X. En Estados Unidos la urgencia de encontrar una salida a la crisis económica de la década de los 30, favorece la difusión de la cultura de la competición que arraigó fuertemente en la sociedad y, por ello, en la institución educativa americana. En respuesta a esta perspectiva educativa individualista y competitiva, surge la *Escuela Activa* fundada por J. Dewey que enfatiza la necesidad de la interacción entre los alumnos y como parte de ella la ayuda mutua, la cooperación sobre la dinámica de grupos.

El desarrollo de la dinámica de grupos como disciplina psicológica y las ideas de Dewey sobre el AC contribuyeron a la elaboración de métodos científicos que recogieran datos sobre las funciones y los procesos de la cooperación en el grupo conducidos por seguidores de Lewin como Lippit y Deutsch (Schmuck, 1985, citado por Lobato, 1997). Asimismo surgieron diversas investigaciones y propuestas, entre las que destacan las de David y Roger Johnson de la universidad de Minnesota, David DeVries, Keith Edwards y Robert Slavin de la Universidad de John Hopkins, Spencer Kagan de la Universidad de Riverside y Elliot Aronson que introdujo la técnica de Jigsaw.

Más recientemente, numerosos institutos de investigación han creado una red no sólo de información, sino también de entrenamiento y perfeccionamiento de las habilidades para profesores y profesoras interesados en la aplicación del AC en sus materias (Davidson, 1995, citado por Lobato, 1997).

En México se incorporó esta idea de trabajo en equipo en la década de los 70 del siglo XX, particularmente con el surgimiento de la Universidad Autónoma Metropolitana y con los Colegios de Ciencias y Humanidades en la UNAM (Díaz-Barriga, Martínez, Reygadas y Villaseñor, 1990: 57). Actualmente, existe una escuela privada en Los Cabos, Baja California, llamada *Mission* que basa todo su método de enseñanza en el AC.

Son varias las instituciones educativas que en los años recientes han venido realizando investigaciones sobre la aplicación del AC en el aula; particularmente, para la enseñanza de materias afines a las ciencias naturales (incluida la biología), se tiene el trabajo de Cruz (2003). Propuesta didáctica: uso de estrategias de aprendizaje cooperativo para la enseñanza de la biología en estudiantes de educación media superior de la Universidad Autónoma de Nuevo León; Jiménez (2006). Aprendizaje cooperativo y su influencia en el rendimiento de alumnos de tercero de primaria; Urbieto (2006). Una aproximación al aprendizaje cooperativo mediante el trabajo en equipo en estudiantes de biología; Olvera, Reyes y Zavala (2009). Estrategias basadas en el aprendizaje cooperativo y en la metrología para el laboratorio en el trabajo experimental; Leiva (2010). El aprendizaje cooperativo como estrategia para disminuir el rezago académico de los alumnos de tercer grado de secundaria en la asignatura de química; Alanis (2012). Aprendizaje cooperativo: una estrategia para la adquisición de conocimientos biológicos en bachillerato; Martínez (2013). Propuesta de enseñanza integrando aprendizaje cooperativo para el tema: los cinco reinos y los tres dominios en Biología II, del Colegio de Ciencias y

Humanidades; Brezmes (2014). El aprendizaje cooperativo en la enseñanza de ciencias naturales, biología y geología; Fernández de la Reguera (2014). Estrategias docentes en secundaria: Una experiencia de aprendizaje cooperativo en ciencias naturales y; Santiago (2016). Empleo del modelo equipo-juego-torneo (TGT) como parte del aprendizaje cooperativo para facilitar la enseñanza de química en estudiantes de nivel medio superior.

Trabajos que han enfatizado la necesidad de interacción y la cooperación entre compañeros para aprender (Ferreiro y Calderón, 2001: 16-17).

Pero, a pesar de los antecedentes históricos de prácticas educativas en las cuales se ha enfatizado la necesidad de favorecer la interacción interpersonal, el trabajo en grupo como estrategia central en la promoción de aprendizaje de los alumnos y el potencial en sí mismo de la agrupación de los alumnos en las clases; la realidad es que estos aspectos han ocupado muy poco espacio en la formación de profesores, en la divulgación de procedimientos didácticos y en las orientaciones sobre el desarrollo curricular (Rué, 1998: 19).

1. 6. FUNDAMENTACIÓN DEL APRENDIZAJE COOPERATIVO

De forma tradicional en la educación, se ha considerado la interacción profesor-alumno como la más decisiva para el logro de los objetivos educativos, tanto de los que se refieren al aprendizaje de contenidos como de los que conciernen al desarrollo cognoscitivo y social. Esta situación, contrasta fuertemente con el escaso interés prestado, hasta hace tan sólo unos años, a las relaciones que se establecen entre los alumnos en el transcurso de las actividades escolares y a sus repercusiones sobre la consecución de los objetivos propuestos. De acuerdo con Johnson (1981a), “las relaciones entre iguales en el aula han sido a menudo consideradas como un factor indeseable y molesto, con probables influencias negativas sobre el rendimiento escolar, y por

tanto, merecedoras de ser limitadas al máximo o incluso ser eliminadas” (citado por Coll, 2000: 105). No es difícil detectar, tras esta valoración netamente desigual de las relaciones profesor-alumno y de las relaciones entre alumnos, el supuesto, ampliamente superado en la actualidad, de que el profesor es el agente educativo por excelencia encargado de transmitir el conocimiento elaborado a unos alumnos que son los destinatarios más o menos activos de dicha acción transmisora.

Así, el desarrollo y la adopción cada vez más extendida en psicología de la educación del constructivismo como marco explicativo del aprendizaje escolar ha provocado un cambio de perspectiva importante en el estudio de las relaciones profesor-alumno y de las relaciones entre iguales. En el primer caso, el postulado de que la enseñanza consiste esencialmente en transmitir conocimientos y el aprendizaje en recibirlos y asimilarlos ha entrado abiertamente en crisis. En su lugar, se ha abierto paso la explicación de que el alumno construye su propio conocimiento mediante un complejo proceso interactivo en el que intervienen tres elementos claves: el propio alumno, el contenido de aprendizaje y el profesor, que actúa como mediador entre ambos.

Pero este énfasis en los procesos de construcción de significados compartidos respecto a los contenidos escolares ha llevado, a su vez, a considerar seriamente la posibilidad de que los propios alumnos pueden ejercer en determinadas circunstancias una influencia educativa sobre sus compañeros, especialmente en la adquisición de competencias y destrezas sociales, el control de los impulsos agresivos, el grado de adaptación a las normas establecidas, la superación del egocentrismo, la relativización progresiva del punto de vista propio, el nivel de aspiración, el proceso de socialización en general y el rendimiento escolar o, en otras palabras, de que puedan desempeñar el papel mediador que en principio parecía reservado en exclusiva al profesor (Johnson, 1981a, citado por Coll, 2000: 106). Esta situación ha sido ampliamente confirmada por

los resultados de las investigaciones realizadas en las dos últimas décadas, sobre todo en el campo de la Psicología de la Educación, Psicología del Desarrollo, la Psicología Social, la Psicología Cognitiva, las Matemáticas y diferentes campos, que se han concentrado en el estudio de la interacción entre alumnos como una variable crítica del aprendizaje y del desarrollo cognoscitivo.

Al respecto, Schmuck (1971, 1978, 1985) afirma que “los iguales conforman el medio ambiente inmediato que causa mayor impacto sobre el alumno en la escuela, puesto que, en comparación con la interacción profesor-alumno, la interacción entre iguales es mucho más frecuente, intensa y variada” (citado por Coll y Colomina, 1997: 337). Razón por la que los métodos educativos basados en la relación entre iguales, especialmente el AC, se han extendido rápidamente en todo el mundo.

Ahora bien, siempre que el profesor entra en un aula, independientemente de la materia a impartir, tiene que adoptar una estructura o la combinación de varias, a emplear en el desarrollo de las actividades por parte de los alumnos. En este sentido, utilizando como referencia la teoría de campo de Lewin, Johnson (1981a) caracteriza tres estructuras que pueden ser inducidas por el profesor cuando organiza las tareas en el aula:

- Competitiva. La actividad se estructura en forma de competición. El éxito del alumno está unido al fracaso de los otros compañeros, involucrándose en una lucha de ganadores y perdedores para ver quién es el mejor. Así, los alumnos sienten que pueden alcanzar sus objetivos si, y sólo si, los otros fracasan en su intento de cumplir los propios. Desafortunadamente, esta sigue siendo la forma en la que la mayoría de los alumnos entienden la educación. Razón por la que una gran parte de ellos se

toman las cosas con calma porque no creen que tengan posibilidades de éxito y sólo algunos trabajan duramente para ser mejores que sus compañeros.

- Individualista. Los alumnos realizan las actividades que se proponen y trabajan de manera independiente en sus propios objetivos de aprendizaje siguiendo su propio ritmo y en su propio espacio, ignorando a los demás compañeros, y cada uno funciona como punto de referencia para sí mismo. Los criterios de progreso son personales y están basados en el rendimiento propio. Se está con otros, pero no se trabaja con ellos.
- Cooperativa. Se organizan las tareas de modo que la cooperación es la condición para realizarlas, no se pueden realizar, sino es con la cooperación de los compañeros. Los alumnos buscan resultados que sean beneficiosos para sí mismos y, al mismo tiempo, para todos los integrantes del equipo. Razón por la que los estudiantes sienten que podrán alcanzar sus objetivos de aprendizaje siempre y cuando los otros integrantes de su equipo también los alcancen (citado por Coll y Colomina, 1997: 339-340).

De estos tipos de instrucción, los dos primeros siguen el modelo tradicional, aun así, están pensados para posibilitar que los alumnos aprendan; sin embargo, es necesario que el profesor tenga siempre en cuenta que una atención competitiva e individualizada no basta para atender y entender al alumnado, en tanto que el alumno no está solo en el salón, sino que pertenece a un grupo de jóvenes concreto, con unas características determinadas de relaciones interpersonales entre ellos y de éstos con su profesor, en cuanto a intereses, afectos, motivaciones, diferentes capacidades y ritmos de trabajo.

No obstante, las bondades que supone el último tipo de estructura de las actividades en clase directa, es decir, del AC; en estudios realizados al respecto se encuentra que en las escuelas

prevalecen estructuras que fomentan el aprendizaje individualista y el competitivo. Así, en investigaciones hechas por Johnson, Johnson y Holubec (1990, 1999, citados por Díaz-Barriga y Hernández 2002: 105) muestran que las sesiones de clase están estructuradas de manera cooperativa sólo de 7% a 20%, mientras que casi el 80% implica aprendizaje individualista y/o competitiva. De igual forma, Mendoza (2004, citado por Díaz-Barriga, 2006: 57) encuentra una estructura individualista del 65% en comparación con la competitiva que es del 17%, y del trabajo en equipo⁵ con un 18% en el caso de las clases que se imparten en escuelas agropecuarias de nivel medio superior en México; específicamente, en asignaturas de Química e Informática.

En este sentido, una estructura altamente competitiva e individualista reproduce una forma de estratificación social en el aula, donde el poder, los privilegios y el prestigio se distribuyen en función de la manera en la que se “etiqueta” a un alumno. Cuando se trabaja con un esquema individualista y competitivo, se evalúa preferentemente a los alumnos con pruebas basadas en el criterio y, cada uno de ellos trabaja sus materiales o textos, ignorando a los demás. La comunicación entre compañeros de clase no sólo es desestimada, sino castigada. Johnson y Johnson (1999) proponen que en un aula ideal se pueden utilizar los tres tipos de estructuras de actividades; donde “una estructura cooperativa debería usarse entre el 60 y el 70%, una estructura individualista un 20% y una competitiva entre un 10 y un 20%” (citados por Troyano, 2002: 159).

En la actualidad las posturas constructivistas favorecen el AC por diversas razones. Entre ellas, por el valor de las discusiones en los equipos para ayudar a los integrantes a participar, repasar, elaborar y aplicar sus conocimientos.

Piaget (1978, citado por Maté, 2003: 21) mencionó que la interacción social es

⁵ Mendoza prefiere hablar de “trabajo en equipo” y no de “AC”, ya que en su investigación no encuentra en ninguna de las situaciones de enseñanza observadas, que aparezcan todos y cada uno de los elementos básicos requeridos de una instrucción cooperativa.

fundamental para la adquisición de las estructuras intelectuales superiores y que desempeña un papel importante en el aprendizaje; sin embargo, la mayoría de sus trabajos se centraron en el aprendizaje construido en el ámbito individual, donde destaca la noción de *equilibrio-desequilibrio* de las estructuras cognoscitivas o *conflicto sociocognoscitivo*, que consiste en un proceso que conduce de ciertos estados de equilibrio cognoscitivo a otros estados cualitativamente diferentes, pasando por múltiples desequilibrios y reequilibraciones. Asimismo, entiende que los sistemas cognoscitivos están a la vez abiertos en un sentido (para intercambiar con el entorno) y cerrados en otro (como ciclos), teniendo en cuenta la asimilación o incorporación de un elemento exterior y la acomodación. Precisamente, a través de esta “apertura” es como ingresa nueva información que produce un cierto desequilibrio en la estructura cognoscitiva anterior y, en cuanto a las necesidades de la asimilación y acomodación, el sistema vuelve a cerrarse para lograr un equilibrio mejor.

Por esta razón, para que un conocimiento alcance un determinado grado de significación para un alumno, es necesario que éste se lo apropie a través de un proceso de exploración, de intercambio, de contraste, de verificación y de nuevas síntesis, un proceso de descentración; según Piaget, un proceso que genere conflicto que muchas veces tiene su origen en los otros, en los iguales, que tiene su fuente en la imagen que otros tienen de nosotros, en sus expectativas, sus amenazas, su afecto, su grado de confianza, en la seguridad que nos aportan o la ansiedad que nos inducen; es decir, un conflicto de naturaleza sociocognoscitivo (Mugny y Doise, 1983, citados por Rué, 1998: 30).

Aunque Piaget había contribuido indirectamente, pero muy fuertemente a popularizar el estudio de las relaciones profesor-alumno (investigaciones sobre la equilibración en el ámbito individual o en interacción con otro), ya desde sus primeros trabajos estaban las bases teóricas

que podían explicar la eficacia de las relaciones alumno-alumno. En este sentido, en una situación de AC, se observa que se producen múltiples equilibraciones y desequilibrios que llevan a una estructura superior. Pues al interactuar varios alumnos, con puntos de vista y niveles diferentes, se producen interacciones múltiples y diversas que proporcionan muchas más situaciones de replanteamiento de estructuras cognoscitivas, lo que propicia mayor número de situaciones que equilibran y desequilibran, con lo cual se produce una mejoría en el aprendizaje (Maté, 2003: 21).

Además en la construcción del conocimiento compartido, los alumnos cuestionan sus conocimientos y prueban nuevas ideas, o como diría Piaget (1985) “traspasan su estado actual y emprenden nuevas direcciones” (citado por Pimienta, 2005: 10). Así, la idea esencial que explica la superioridad del AC es la de la necesidad de una confrontación entre puntos de vista moderadamente divergentes, confrontación que, gracias a la exigencia de una creatividad grupal común, se traducirá en un conflicto sociocognoscitivo y, por tanto, en el progreso intelectual (Mugny y Doise, 1983a; Perret-Clermont, 1984, 1988; citados por Ovejero, 1990: 67).

Por otro lado, Vygotsky como Piaget, también estudió el desarrollo de los procesos cognoscitivos pero desde una perspectiva un poco diferente. Desde el principio apostó por una estrecha conexión entre el desarrollo intelectual y cognoscitivo por una parte, y la interacción social por otra. Aunque a primera vista esto implicaba la presencia de la hipótesis del conflicto cognoscitivo, la naturaleza de la explicación es sustancialmente distinta en ambos. Así, en la ideas generales de Piaget y, posteriormente de sus seguidores de la Escuela de Ginebra, la interacción social favorece el desarrollo del razonamiento lógico y la adquisición de contenidos escolares, gracias a un proceso de reorganización cognoscitiva provocado por el surgimiento de conflictos y por su superación; mientras que en las ideas de Vygotsky y en otras aportaciones de

la Psicología Soviética, la interacción social es el origen y el motor del aprendizaje, del desarrollo intelectual gracias al proceso de interiorización que hace posible (Coll, 1984, citado por Ovejero, 1990: 71). De este modo, el ambiente (social) y los alumnos se hallan vinculados en una relación dialéctica que los hace absolutamente interdependientes. En el contexto cooperativo se habla de una interdependencia positiva.

Asimismo, entre las ideas principales de la teoría socio-cultural de Vygotsky está el concepto de zona de desarrollo próximo (ZDP) para explicar el desfase existente entre la resolución individual y social de problemas y tareas cognoscitivas; en ocasiones, los alumnos son capaces de resolver problemas o de efectuar aprendizajes nuevos cuando cuentan con la ayuda de sus compañeros, pero en cambio, no logran con éxito estas mismas tareas cuando disponen únicamente de sus propios medios. Así, la ZDP es la diferencia existente entre lo que un alumno puede hacer o aprender por sí solo, sin ayuda de nadie (nivel de desarrollo actual o real) y lo que puede hacer o conocer con la ayuda de otras personas (nivel de desarrollo potencial). El aprendizaje se sitúa precisamente en esta zona: lo que el alumno es capaz de aprender únicamente con la ayuda de otros y lo que es capaz de aprender por sí mismo. Situación que marca la oposición a las ideas de Piaget, sobre las relaciones entre desarrollo, enseñanza y aprendizaje (Coll, 2000: 124).

Para Vygotsky la cognición tiene un origen claramente social: en la interacción social el alumno aprende a regular sus procesos cognoscitivos siguiendo las indicaciones y directrices de los otros (profesor o compañeros), produciéndose un proceso de internalización mediante el cual lo que puede hacer o conocer en un principio con la ayuda de ellos (regulación interpsicológica), se transforma progresivamente en algo que puede hacer o conocer por sí solo (regulación intrapsicológica).

En este proceso el lenguaje va a jugar un papel fundamental sobre todo cuando es utilizado en el marco de la interacción social. Mediante el lenguaje los alumnos pueden influir sobre la acción y el pensamiento de los compañeros con los que interactúan, pero lo que es igualmente importante, pueden influir sus propias acciones y pensamientos. De este modo, el proceso de interiorización puede ser entendida por el tránsito desde una regulación externa, social, interpsicológica de los procesos cognitivos mediante el lenguaje de los demás, a una regulación interiorizada, individual, intrapsicológica de los procesos cognoscitivos mediante el lenguaje interno (Coll y Colomina, 1997: 351).

En consecuencia, según Glosen (1994), la postura socio-cultural ha reelaborado tres nociones para explicar el proceso mediante el cual un alumno desarrolla habilidades cognoscitivas, y por lo tanto, aprende:

- La noción de aprendizaje, en la que el alumno es activo en su propio desarrollo, así también es activo el apoyo de los otros en la organización de ciertas tareas y actividades, un apoyo que requiere una relación interdependiente.
- La noción de participación guiada, que implica necesariamente la interacción con otros, cara a cara en una determinada actividad.
- La noción de apropiación, que define el desarrollo como un proceso dinámico, resultado de la actividad individual en actividades organizadas culturalmente (citado por Rué, 1998: 32).

Por lo tanto, dentro de los fundamentos teóricos que consideran al AC como una alternativa adecuada en la estructura de las actividades a desarrollar en el aula; la teoría socio-cultural de Vygotsky (como un referente importante del constructivismo social) presenta elementos sólidos que dan razón de ello.

Así, los alumnos cuando aprenden de un modo significativo, cuando tratan de asumir nuevos elementos de un conocimiento que les son inicialmente ajenos, movilizan simultáneamente una gama de variables de su propia experiencia, se ponen en juego conocimientos previos, valores, opiniones, creencias, sentimientos, representaciones y emociones vinculados con el nuevo aprendizaje; sean positivas, negativas o ambivalentes. En este sentido, cualquier nuevo conocimiento asimilado es contrastado con un conjunto de elementos que todo alumno desarrolla. Ahí se establece el potencial educativo del AC, al favorecer los procesos intrapersonales de asimilación, a partir de crear situaciones de coordinación y procesos en los cuales los alumnos que se comunican participan con toda la complejidad de sus antecedentes culturales, cognoscitivos, afectivos, etc., lo que permite desarrollar un nivel de intercambio en el cual, aquello que cada alumno pone en juego, lo que contrasta en la interacción, va mucho más allá de las representaciones reducidas del aprendizaje escolar. Por ello, Johnson y Johnson (1985, citados por Rué, 1998: 33) afirman que la cooperación en el aprendizaje produce más y mejores resultados para todos.

1. 7. CARACTERÍSTICAS DEL APRENDIZAJE COOPERATIVO

Cuando hablamos de AC, debe quedar claro que se trata de un grupo que aprende. En este sentido Schmuck y Schmuck (2001, citados por Díaz-Barriga y Hernández, 2002: 102) definen a un grupo como “una colección de personas que interactúan entre sí y que ejercen una influencia recíproca”. Esta influencia implica una interacción comunicativa en la que existe un intercambio mutuo de sistemas simbólicos entre los sujetos, de forma continua en un tiempo determinado, donde cada sujeto llegara afectar potencialmente a los otros con sus conductas, creencias, valores conocimientos y opiniones. El aula escolar representa un entorno afectivo para el alumno que

“puede ejercer una importante función dinamizadora o inhibidora en las actitudes y valores de los componentes de un grupo cualquiera”, Rué (1998: 26).

La forma en la que interactúan los alumnos dentro del aula es algo realmente crucial para gran cantidad de variables escolares, incluyendo el rendimiento académico, la autoestima, las actitudes hacia las materias de estudio, etc. Más específicamente, las relaciones entre compañeros contribuyen de diferentes formas tanto al desarrollo social y cognoscitivo de los estudiantes como a su socialización. De manera que el AC se caracteriza por:

1. Un elevado nivel de igualdad: al dividir al grupo en equipos heterogéneos que sean representativos de la población general del aula, de modo que exista una simetría entre los roles desempeñados por los participantes en una actividad grupal. Además, el AC hace posible que la igualdad de derechos se convierta en igualdad de oportunidades al descubrir los alumnos el valor de trabajar juntos y de comprometerse y responsabilizarse con su aprendizaje y el de los demás, en un ambiente que favorece la cooperación, desarrollándose así la solidaridad, el respeto, la tolerancia el pensamiento crítico y creativo, la toma de decisión, la autonomía y la autorregulación: bases de la democracia.
2. Un grado de mutualidad variable: en función de que se produzca una mayor o menor distribución de responsabilidades o roles entre los miembros y de que la estructura de la recompensa sea de naturaleza extrínseca e intrínseca. Además, a través de repetidas experiencias cooperativas, los estudiantes pueden hacerse sensibles a qué conductas esperan los otros de ellos y aprender las habilidades necesarias para responder a tales expectativas. Haciéndose mutuamente responsables de la conducta social apropiada, los estudiantes pueden influir fuertemente en los valores que internalizan y el

autocontrol que desarrollan (Coll y Colomina, 1997: 343); (Ferreiro y Calderón, 2001: 25) y (Melero Zabal y Fernández Berrocal, 1995, citados por Díaz-Barriga y Hernández 2002: 109).

Colocar a los estudiantes en grupo y decirles que trabajen juntos no significa que deseen o sepan cooperar; el AC es mucho más que la simple proximidad física entre los alumnos que discuten el material con otros, ayudando a otros alumnos o distribuyendo el material equitativamente entre los miembros de un equipo; aunque cada uno de esos aspectos es importante en el AC, no es suficiente, pues para promover intercambios significativos entre los alumnos es necesario contar con ciertos elementos básicos en una experiencia de aprendizaje cooperativo. Por de lo anterior, Johnson, *et. al.* (2004: 21-23) señalan que para que exista cooperación en el seno de un grupo pequeño deben darse los siguientes elementos:

A) Interdependencia positiva

La interdependencia positiva es el elemento central del AC, debido a que reúne un conjunto de otras características que facilitan el trabajo grupal en relación a su organización y funcionamiento. Los alumnos en el desarrollo de sus tareas perciben un vínculo con sus compañeros de grupo, de forma tal que no pueden lograr el éxito sin ellos (y viceversa); experimentan sentimientos de pertenencia, aceptación y apoyo, lo que supone compartir recursos, objetivos comunes y roles específicos para cada uno. Además, incide en la adquisición de recursos psicológicos, en la motivación y en el rendimiento individual.

B) Interacción cara a cara

La interdependencia positiva conduce a la interacción cara a cara entendida como la animación y cooperación recíprocas para conseguir los objetivos comunes y que se manifiesta en que los miembros del equipo se prestan recíprocamente ayuda y apoyo a la vez que perciben más

frecuentemente la necesidad de dar y recibir ayuda; intercambian recursos de información y de materiales, estableciendo una comunicación eficaz, rica en verbalizaciones y modos de argumentar así como en elaboraciones profundas de información; estimulan con opiniones y confrontaciones las creencias, suposiciones y pensamientos ajenos, promoviendo una visión más amplia y global de las cuestiones planteadas y una mayor calidad en la toma de decisiones; están motivados por el bien común y solicitan el empeño de todos por alcanzar los objetivos de todo el grupo y se influyen indirectamente a través del control normativo del comportamiento de grupo para lograr un buen rendimiento en las metas del grupo (Johnson y Johnson, 1993, citados por Lobato, 1997).

Por ello, son las formas de interacción y de intercambio verbal entre las personas del grupo, movidas por la interdependencia positiva, las que afectan los resultados de aprendizaje. Es así como el contacto cara a cara entre los alumnos participantes de un grupo de AC, es el que les permite acordar las metas a lograr, permite desarrollar roles y estimular o frenar actitudes de sus pares en el desarrollo de las tareas. Además, el alumno aprende que de ese compañero con el que interactúa día a día, puede aprender o él mismo le puede enseñar.

C) Responsabilidad individual

Este elemento se refiere a la capacidad de dominar y ejecutar la parte del trabajo de la cual el alumno se ha responsabilizado (o lo han responsabilizado) dentro de un grupo de AC. Nadie puede aprovecharse del trabajo de otros. Por tanto, para asegurar que cada alumno sea valorado adecuadamente, se requiere:

- Evaluar cuánto del esfuerzo que realiza, contribuye al trabajo del equipo.
- Brindar retroalimentación individual y grupal.

- Ayudar a los compañeros para evitar esfuerzos innecesarios ante las tareas por desarrollar.
- Procurar que cada miembro sea responsable del resultado final del equipo.
- Al proporcionar la calificación, se debe tomar en cuenta la participación y los logros personales y los del equipo.

D) Habilidades personales y de grupo pequeño

El desarrollo de habilidades de cooperación y trabajo en grupo es uno de los puntos más complejos de esta estrategia de instrucción, ya que es necesario enseñar a los alumnos las habilidades sociales necesarias para cooperar. Así, ningún grupo funciona satisfactoriamente si sus integrantes no poseen y no desarrollan ciertas habilidades de relación social: de comunicación, de toma de decisiones, de resolución de conflictos, etc.

Existe un conjunto de comportamientos que son propios de la relación con otros, pero dependen de lo personal, es decir, de la capacidad de cada alumno de aceptar la diversidad, en el más amplio sentido de la palabra, desde las diferencias de opinión, hasta las diferencias étnicas o de nivel social. La capacidad de respetar su turno, de no presionar a otro para que se haga lo que él desea, etc. son conductas que afectan tanto el funcionamiento como el clima de trabajo que se da al interior de un grupo.

E) Conciencia del propio funcionamiento del grupo

Cuando los alumnos participan en equipos de AC, se requiere que sean conscientes, reflexivos y críticos respecto al trabajo grupal en sí mismo. Por tanto, es necesario discutir entre sí el hecho de si están alcanzando los objetivos planeados y manteniendo relaciones interpersonales y de trabajo efectivo y apropiado. Para ello, es fundamental:

- Identificar cuáles acciones y actitudes de los integrantes son útiles, eficaces y cuáles no.
- Tomar las decisiones pertinentes de qué acciones o actitudes de los integrantes del equipo se deben modificar, continuar o incrementar (Díaz-Barriga y Hernández 2002: 113-114).

Por lo expuesto anteriormente, es importante resaltar que la interacción entre alumnos que se da en el AC, les permite obtener beneficios que estarían fuera de su alcance si trabajaran solos, o cuando su interacción se limita sólo con el profesor.

1. 7. 1. TIPOS DE GRUPOS EN EL APRENDIZAJE COOPERATIVO

Dentro del AC Johnson, *et. al.* (2004: 14-16), han identificado tres formas de trabajo en grupo: informales, formales y de base cooperativa.

a) Grupos informales. Son grupos cuya duración puede abarcar desde unos pocos minutos hasta la totalidad de una clase. El profesor puede utilizarlos para centrar la atención de los alumnos en lo que se debe estudiar, promover un clima propicio al aprendizaje, crear expectativas acerca del contenido de la clase, asegurarse que los alumnos procesen cognitivamente el material que se les está enseñando y dar cierre a una clase.

b) Grupos formales. El trabajo conjunto de los alumnos se realiza durante un período de tiempo que puede comprender desde una hora a varias semanas de clase. En estos grupos, los alumnos trabajan juntos para alcanzar objetivos de aprendizaje comunes y realizar tareas específicas, asegurándose de que ellos mismos y sus compañeros de equipo completen con éxito la tarea de aprendizaje asignada. Cuando se emplean grupos formales de AC, el profesor debe

desempeñar un papel de “guía que acompaña” en las actividades cooperativas⁶:

- Especificando los objetivos de la actividad a desarrollar.
- Tomando una serie de decisiones previas a la enseñanza con respecto a los equipos, como: la disposición de los alumnos en el aula, la elección de los materiales educativos en función de la tarea a realizar, los roles en el equipo para asegurar la interdependencia, etc.
- Explicando la tarea y estructurando los objetivos de la actividad a los alumnos.
- Poniendo en marcha la actividad cooperativa, al menos con una estructura mínima.
- Supervisando la efectividad de los equipos de aprendizaje cooperativo e interviniendo cuando sea necesario para ofrecer apoyo en la tarea o para mejorar el desempeño de las habilidades interpersonales y grupales de sus alumnos.
- Evaluando los logros en el aprendizaje de los alumnos y ayudándoles a determinar el nivel de eficacia con que funcionó el equipo (Troyano, 2002: 160).

Los grupos formales de AC, se garantizan la participación activa de los alumnos en las tareas intelectuales de organizar el material, explicarlo, resumirlo e integrarlo a las estructuras conceptuales existentes.

c) Grupos de base cooperativa. Tienen un funcionamiento a largo plazo, durante al menos un año. Son grupos de aprendizaje heterogéneo, con miembros estables, que se reúnen con regularidad, y cuyo principal objetivo es posibilitar que sus integrantes se brinden unos a otros el apoyo, la ayuda, el aliento y el respaldo que cada uno de ellos necesita para tener un buen rendimiento escolar. Los grupos de base cooperativos permiten que los alumnos entablen relaciones responsables y duraderas que los motivarán a esforzarse en sus tareas, a progresar en

⁶ Dichas acciones que desarrolla el docente en grupos formales de aprendizaje cooperativo, pueden ser aplicadas para los otros dos tipos, aunque es más determinante en los grupos formales por sus características.

el cumplimiento de sus obligaciones escolares y a tener un buen desarrollo cognoscitivo y social.

Ahora bien, la forma en la que se organizan los grupos de AC en el aula implica la combinación de los tres tipos de grupos, lo cual depende del tipo de actividad a realizar y del tiempo asignado al profesor para su intervención con el grupo. Esto último, determinó la organización del grupo al que se le aplicó la instrucción cooperativa en la presente investigación, de manera que se trabajó con grupos informales en la primera sesión, pero a partir de la segunda y hasta la cuarta sesión, las tareas que los alumnos del grupo experimental desarrollaron fueron en grupos formales.

1. 7. 2. DISPOSICIÓN DE GRUPOS DE APRENDIZAJE COOPERATIVO

Para organizar la situación de AC, el profesor necesita conocer las características de los estudiantes y el conjunto de estrategias de AC que enfocan las relaciones entre individuo-grupo-institución-sociedad, como base de la identidad personal. Además, debe dominar el contenido de la asignatura que imparte y estar dispuesto a renovar constantemente. Asimismo, es fundamental que el profesor este consciente de que su papel no es el de ocupar un lugar del saber y el poder, sino de estimular al grupo de alumnos para que ellos mismos aprendan y crezcan (Ferreiro y Calderón, 2001: 67).

Johnson, *et. al.* (2004: 39-46 y 53-58); Ferreiro y Calderón (2001: 72-75) y Díaz-Barriga y Hernández (2002: 117-119) consideran que deben prevalecer ciertos aspectos para la conformación o disposición de los grupos de AC, entre éstos están:

I. Número de integrantes por equipo

No existe ninguna cantidad ideal para los equipos de AC, el número de integrantes dependerá de los objetivos de la clase, de las edades de los alumnos y su experiencia en el

trabajo en equipo, de los materiales y equipos a utilizar y del tiempo disponible para la clase. Sin embargo, es conveniente variar de dos a seis alumnos por equipo. El profesor debe determinar el tamaño óptimo de los equipos, considerando los siguientes factores:

- Que al aumentar el tamaño del equipo, también se amplían habilidades, destrezas, experiencias, etc. Con la incorporación de cada alumno, se incrementan los recursos que contribuyen al éxito del trabajo del equipo.
- Cuanto más numeroso sea el equipo, los alumnos más habilidosos deben dar oportunidad a cada miembro para coordinar las acciones del grupo, para expresarse, alcanzar el consenso, para asegurarse que el material a aprender sea explicado y analizado, para hacer que todos los alumnos cumplan la tarea y para mantener buenas relaciones de trabajo.
- Cuanto menor sea el tiempo disponible, resulta más apropiado que el tamaño del equipo sea más reducido.
- Cuanto más reducido sea el equipo, será más fácil detectar cualquier dificultad que pudieran tener los alumnos para trabajar juntos.

II. La colocación de los alumnos en los equipos de aprendizaje cooperativo

Los logros en los equipos de AC, están determinados por la capacidad de sus integrantes para trabajar en equipo. Por ello, a veces es más productivo capacitar a los alumnos para que trabajen juntos, que tratar solamente de juntar a determinados alumnos en un mismo equipo. En este sentido, a los alumnos se les debe promover aprender a aceptar y valorar las contribuciones de los demás, respetar opiniones diversas, expresar sus opiniones sin lastimar a los demás, etc. Para que los equipos de AC funcionen adecuadamente es necesaria una distribución pertinente de los alumnos del grupo y el control de la disciplina. Para ello, se requiere:

- Normas sociales. Los alumnos deben ajustarse a ciertos comportamientos en el equipo, pedir apoyo, cumplir con sus responsabilidades, respetar a los demás, esperar su turno para emitir sus opiniones, etc.
- Señales. Que indiquen cuándo una actividad ya finalizó, cuándo es necesario intercambiar materiales, para dejar de hacer ruido, etc.
- Autoevaluación. Del comportamiento, de la calidad del producto y del aprendizaje de los alumnos del equipo.
- Control del tiempo. Se debe especificar al inicio de cada actividad el tiempo destinado para su desarrollo.

Una vez que los alumnos han aprendido a trabajar juntos, existen dos maneras de distribuirlos en equipos, de forma homogénea o heterogénea. En ocasiones conviene trabajar con equipos homogéneos, cuyos integrantes tengan similar capacidad para enseñar determinadas prácticas sociales o alcanzar ciertos objetivos conceptuales; sin embargo, por lo general son preferibles los equipos heterogéneos; es decir, colocar alumnos de nivel alto, medio y bajo (en rendimiento académico u otro tipo de habilidad) dentro del mismo equipo. Así, en los equipos heterogéneos se promueve un pensamiento más profundo, un mayor intercambio de explicaciones y una mayor tendencia a asumir puntos de vista durante el análisis del material, lo cual incrementa la comprensión, un mayor desequilibrio cognoscitivo, el razonamiento y la retención a largo plazo de aprendizajes en los alumnos.

Los equipos se pueden formar de tres maneras: por el maestro, al azar y por los alumnos mismos. Este último se utiliza en pocas ocasiones, sólo cuando los alumnos han aprendido todas las normas del trabajo cooperativo. Por tanto, sólo se describen las dos primeras formas de distribución de alumnos en los equipos de AC:

- Distribución al azar. Es recomendable al iniciar una instrucción, pues es cuando aún los alumnos no se conocen. Este tipo de distribución se sugiere que se realice en equipos informales.
- Distribución por parte del profesor. Este ocurre sólo cuando el grupo está listo para participar en un modelo más complejo de AC. Así, el profesor decide quién va a trabajar con quién. Esta forma de distribución permite asegurar el apoyo y la participación de todos los integrantes, por ello, se sugiere que se apliquen en equipos formales y de base cooperativa.

III. Asignación de roles en equipos de aprendizaje cooperativo

En la planeación de una clase, el profesor deberá considerar las acciones que crea más apropiadas para maximizar el aprovechamiento de los alumnos. En este sentido, los roles indican qué puede esperar cada integrante del equipo que hagan los demás y, por tanto, qué está obligado a hacer cada uno. La asignación de roles puede tener varios beneficios en el trabajo de equipos de AC como:

- Reducir la probabilidad de que algunos alumnos tomen una actitud pasiva, o por lo contrario, asuman un papel dominante en el equipo.
- Asegurar que todos los integrantes del equipo realicen y aprendan las actividades básicas del trabajo cooperativo.
- Generar una interdependencia entre los integrantes del equipo.

Se sugiere el establecimiento de roles complementarios, interconectados y rotativos entre los integrantes de los equipos. Los más importantes son:

1. Un compendiador, que se encarga de resumir las principales conclusiones o respuestas generadas por el equipo.

2. Un inspector, que se asegura de que todos los integrantes puedan expresar cómo llegaron a una conclusión o respuesta.
3. Un entrenador, que corrige las explicaciones erróneas de otros integrantes.
4. Un narrador, que se encarga de solicitar a los integrantes del equipo que relacionen los conceptos nuevos con el material aprendido previamente.
5. Un investigador-mensajero, es quien consigue los materiales que el equipo necesita y se comunica con los otros equipos y con el profesor.
6. Un registrador, es quien escribe las decisiones del equipo y edita el reporte de trabajo.
7. Un animador, que reforzará las contribuciones de los integrantes del equipo.
8. Un observador, es quien cuida que el equipo esté trabajando adecuadamente.

De acuerdo al tamaño del equipo, un alumno puede desempeñar una o más funciones.

1. 7. 3. ESTRUCTURA DE UNA CLASE COOPERATIVA

La situación de AC es útil cuando se pone al grupo de alumnos en el centro del proceso de aprendizaje. El profesor tiene la función de organizar de forma sistematizada, las tareas que debe realizar el alumnado y la manera de comunicarse entre ellos para alcanzar los objetivos propuestos (Ferreiro y Calderón, 2001: 68).

Cualquier intervención del profesor, sea una explicación, la presentación de un tema, el desarrollo de un concepto o el relato de una experiencia, suele traducirse, a su vez, en una intervención del alumno, en una experiencia susceptible de promover aprendizaje. Sin embargo, no todas las experiencias son del mismo supuesto ni exigen lo mismo del alumnado. Esto implica que el profesor debe tomar múltiples decisiones que van a llevar a los alumnos a diversos resultados; tanto en su rendimiento escolar y su autoconcepto, como en sus expectativas de éxito

o fracaso en las futuras tareas escolares, al estar mediatizados por procesos cognoscitivo-afectivo-motivacionales, que son y serán bien distintos en función de cómo el profesor haya estructurado las tareas de aprendizaje (Echeita, 1995: 167).

Cuando los alumnos desarrollan trabajos académicos orientados hacia un cierto grado de complejidad en los que la memorización, la comprensión y las aplicaciones no constituye un fin en sí mismas, sino son necesidades de un fin más complejo; realizar un producto en común, que a su vez incorpora actividades de naturaleza más compleja, genera más oportunidades de aprendizaje para más alumnos, en el sentido de que más alumnos tienen acceso directo a otras formas de ver, de proceder y de autorregularse; en definitiva, de aprender (Rué, 2003: 18).

Ferreiro (2004: 53-56) señala que diversas investigaciones realizadas mediante el método de observación han demostrado que se repiten ciertos momentos en las clases donde se aplican estrategias de AC. Es decir, se trata de períodos que comprenden actividades de la misma naturaleza y con intenciones semejantes que ocurren a lo largo de la sesión; las que hacen en su totalidad que la clase sea activa, participativa, de cooperación y vivencial.

Los momentos de una clase de AC pueden ser muchos, este autor destaca algunos que desde su punto de vista son fundamentales e integran las actividades requeridas para que los alumnos construyan su conocimiento:

- La creación de un ambiente favorable para aprender. Esto significa que los alumnos se sientan bien desde el inicio de la experiencia de compartir con sus compañeros, se busca promover sobre todo, un entorno de seguridad, confianza y respeto de cada integrante entre sí y con el profesor.
- Promover la activación para el esfuerzo intelectual que exige la enseñanza. Es decir, captar la atención de los alumnos y movilizar sus procesos y operaciones mentales,

con una intención educativa previamente planteada, ya que el alumno nunca parte de cero al aprender algo nuevo, siempre tiene cierta información (conocimientos previos); para que a partir de ello se construya el nuevo conocimiento. El momento de activación permite crear las condiciones para iniciar el proceso de adquisición de nuevos aprendizajes.

- La orientación de la atención de los alumnos. Donde se busca que los alumnos tengan bien claro qué y cómo se está aprendiendo y los resultados que se esperan para que se apropien de la lógica del contenido de aprendizaje. Por tanto, el profesor para lograr la orientación de la atención de los alumnos les presenta el objetivo o propósito por el cual se desarrolla en clase un tema.
- La recapitulación o repaso de lo que se aprende. Es tiempo que se dedica a recuperar o reiterar lo más importante tratado hasta ese momento o en la clase en su conjunto.
- El procesamiento de la información. Es aquel momento de una clase de AC en el que los alumnos, guiados por el profesor y empleando determinadas estrategias o técnicas procesan un contenido de enseñanza, lo que permite construir socialmente el conocimiento.
- La interdependencia social positiva entre los integrantes de los equipos para aprender. Momento que consiste en propiciar la oportunidad de compartir procesos y resultados del trabajo realizado entre los integrantes de los equipos.
- La evaluación y celebración de los resultados. Sin duda es el momento crucial para emitir un juicio de valor sobre los resultados y avances que los alumnos han logrado a lo largo del proceso de aprendizaje. En este caso, si se cree oportuno, puede establecerse alguna recompensa para todo el grupo clase.

- Reflexión. Es el momento último donde el alumno le da sentido y significado a lo que aprende y cómo lo aprende; además de ser capaz de aplicar lo aprendido en otros contextos.

El orden y el tiempo de los momentos mencionados dependen del contenido de enseñanza y el objetivo por lograr. En consecuencia, la duración de los diferentes momentos que ocurren durante una clase de AC condicionará la instrumentación de determinadas estrategias, las cuales, a su vez guiarán las actividades que los alumnos desarrollen en el salón de clases.

1. 8. FUNCIÓN DEL PROFESOR EN GRUPOS DE APRENDIZAJE COOPERATIVO

La vida en el interior de un aula tiene una complejidad muy marcada como resultado de la diversidad de quienes en ella interactúan, por lo cual, entran en juego las expectativas y motivaciones de cada uno de sus integrantes quienes mantienen la cohesión, el equilibrio e intercambio de información en el grupo. De manera que el ambiente escolar tiene un efecto importante en el aprendizaje de los estudiantes, pero sin duda, lo que va a determinar el clima adecuado para el aprendizaje, es la planificación que el profesor haga de las actividades que se realicen en clase. Donde, prevalezca una situación bidireccional, interactiva, en la que el manejo de la relación con el alumno y de los alumnos entre sí forme parte de la calidad de la docencia misma.

Asimismo, la función del profesor en cualquier modelo de instrucción que pretenda el logro efectivo de los aprendizajes en los alumnos de forma significativa es fundamental. En el AC el papel de docente es la de un organizador y mediador en el encuentro del alumno con el conocimiento⁷, debe permitir y facilitar el tránsito de un estado inicial real a uno esperado

⁷ Función que se le concede al profesor dentro de la postura cognoscitiva (Piaget), Sociocultural (Vygotsky) y constructivista (individual y social).

potencial, es decir, estrechar la distancia de la zona de desarrollo próximo (ZDP) entre los alumnos; lo que, como proceso exige la autoevaluación constante y contrastar el esfuerzo individual y colectivo.

En consecuencia, el profesor además de enseñar el contenido de aprendizaje, tiene que promover una serie de prácticas interpersonales y grupales relativas a la conducción del grupo, los roles a desempeñar, la manera de resolver conflictos y tomar decisiones asertivas, y las habilidades para entablar un diálogo verdadero (Díaz-Barriga y Hernández 2002: 113).

Ferreiro y Calderón (2001: 54-61) destacan entre las funciones del docente como mediador en una clase cooperativa, las siguientes:

1. Al inicio: el profesor debe enseñar las metas de clase en lo académico y en lo social; debe aclarar los objetivos de cada actividad en forma oral y escrita; solicitar a los integrantes de los equipos que se promocióne la rendición de cuentas del trabajo de unos a los otros, explicando los criterios que se usarán para ello; distribuir el material que será utilizado y compartido por los equipos; plantear y modelar las habilidades a desarrollar; explicar su intervención como mediador; decidir el número óptimo para cada equipo; dar instrucciones para la tarea asignada; el tiempo con el que se cuenta y asignar una distribución de los equipos en el espacio áulico.
2. Durante el desarrollo de la actividad grupal cooperativa, el profesor observará las habilidades de los estudiantes y proporcionará en los casos que sea necesario, el apoyo a los equipos respondiendo a sus preguntas.
3. Al final de la sesión, el profesor evaluará la participación de cada alumno y de los equipos; realizará preguntas sobre el contenido y las habilidades; comunicará lo observado para que cada equipo compare antes del reporte; ofrecerá comentarios de

actividades, conductas negativas y positivas evitando mencionar alumnos o equipos específicos; en privado debe retroalimentar de ser necesario y, señalar lo que se debe superar.

Además, el profesor que pretenda instrumentar en clase estrategias de aprendizaje cooperativo debe propiciar la autoorganización y autogestión grupal, de tal manera que los equipos se conviertan en un protagonista activo, crítico y creador; esto posibilita un desempeño significativo a partir de vivencias que influyen decisivamente en la “internalización” de lo que se debe aprender, lo que se quiere hacer y en la obtención de metas. Igualmente, el profesor debe considerar los cinco elementos básicos que estructuran el AC en una sesión.

1. 9. VENTAJAS DEL APRENDIZAJE COOPERATIVO EN EL AULA

Las estructuras de AC están en mejor disposición que la individualista y las competitivas de generar sentimientos de aceptación y pertenencia a un grupo, es más factible alcanzar el éxito en las tareas escolares, e incluso el fracaso se asimila mejor que cuando se trabaja individualmente, los alumnos se perciben en igualdad de oportunidades (a diferencia de la estructura competitiva). Esa tendencia a reforzar las similitudes en el AC proporciona las mejores bases para favorecer los procesos de atracción interpersonal y para la aparición de conductas sociales aceptadas.

Además, el AC propicia la aparición de conflictos cognoscitivos y controversias entre los alumnos, así como su resolución constructiva. Se permite constantemente la tutoría entre alumnos y se crean las condiciones para regular a través del lenguaje la propia acción; se fomenta una motivación intrínseca orientada hacia el propio aprendizaje y fortalece la importancia del propio esfuerzo.

De acuerdo a Orlich (1995: 311), el AC aumenta los logros cognoscitivos y afectivos. También, Ferreiro y Calderón (2001: 25, 33) destacan otros beneficios entre los alumnos con el AC, entre ellos: se estimula el compromiso y responsabilidad con su aprendizaje y el de los demás, desarrolla la solidaridad, el respeto, la tolerancia, el pensamiento crítico y creativo, la toma de decisiones, la autonomía y la autorregulación; fomenta las relaciones interpersonales, aumenta la autoestima y se aprenden habilidades sociales más efectivas como el aprender que todos son líderes, desarrolla las potencialidades individuales y de los equipos, lo que se traduce en eficiencia, productividad y altos niveles de rendimiento.

Así, el AC es el medio para:

- La construcción social del conocimiento.
- Lograr la calidad de la educación.
- Desarrollar las potencialidades individuales y de los equipos escolares.

En las situaciones de AC, los estudiantes experimentan las habilidades y los roles sociales requeridos para mantener unas relaciones interdependientes que pueden ser enseñadas y practicadas. A través de repetidas experiencias cooperativas, los estudiantes pueden hacerse sensibles a qué conductas esperan los otros de ellos y aprender las habilidades necesarias para responder a tales expectativas; esto puede influir fuertemente en los valores que internalizan y el autocontrol que desarrollan. En consecuencia, a través de una interacción cooperativa prolongada con otras personas tiene lugar un sano desarrollo social.

Por estas razones, la aplicación del AC en el aula no sólo conlleva beneficios escolares, sino también puede contribuir para una formación integral de los jóvenes en todas las esferas de sus vidas. Pues, el ser humano nació para vivir en sociedad, su sentido de vida es social y su desarrollo humano espiritual y profesional lo alcanza en plenitud cuando es en interacción con

otros; lo mismo ocurre con el aprendizaje. Si bien es cierto, el aprendizaje tiene una dimensión individual de análisis, conceptualización y apropiación, este se desarrolla en su mejor forma a través del aprendizaje en cooperación con otros (Zañartu, 2003).

CAPÍTULO II

CONTEXTO Y JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Uno de los indicadores más importantes del grado de desarrollo socioeconómico del país se basa en el nivel educativo de su población, ya que la educación es un factor básico para fomentar la incorporación completa de las personas a la vida económica, política y social de la nación mexicana. Por ello, la educación básica de individuos entre los 6 y los 15 años, está orientada a la socialización y capacitación elemental, para los diversos roles de la vida social, mayormente urbanizada. Pero en la actualidad se hace cada vez más necesario continuar con este proceso de formación después de los 15 años; en nuestro medio existen programas formales (en continua diversificación y especialización) que integran la educación media superior (EMS), en eterno debate sobre su sentido y características ideales, acerca de sus contenidos y objetivos, su eficiencia y relevancia, su idiosincrasia formativa, capacitadora, educativa, propedéutica o terminal.

Lo anterior, se debe a que la educación en este nivel ha tenido desarrollos sociales y culturales muy diferentes, determinados en buena medida por las restricciones y las posibilidades de cada país para el diseño y la construcción del sistema educativo deseado, muchas veces unido a la ausencia de modelos ideológicos o políticos aceptados por consenso por toda la población.

El origen histórico de este nivel educativo, que es el último en aparición cronológica en los sistemas educativos nacionales, ha marcado siempre una fuerte indefinición respecto a su función social y su estructura organizativa. Primero, por ser un nivel educativo influenciado continuamente por las políticas de la educación básica o de la educación superior. En este sentido, la EMS se ha redefinido de manera periódica en función a: 1) la prolongación de la escolaridad básica obligatoria; 2) el incremento de las demandas propedéuticas del nivel superior

y 3) las políticas selectivas o restrictivas de acceso al nivel superior. Segundo, se trata de un nivel que ha estado en medio de objetivos históricos diferentes. De ser originalmente un nivel de acceso sólo para las élites pasó a ser un nivel de mayor demanda, con mucho mayor acceso.

Lo anterior, se debe a que la EMS se ha convertido en perspectiva deseable y compartida en un lugar común en el contexto de las transformaciones del país. Así, aprender para la vida, aprender a aprender o el singular valor de la enseñanza técnica han ocupado lugares destacados en intervenciones y escritos y su número se acrecienta (Bazán, 2001: 15).

Actualmente, la EMS es valorada más por sí misma porque, histórica y socialmente, se va convirtiendo en requisito para el tránsito a otros estudios o para el ingreso a puestos de un mercado laboral cada vez más competidos por el desarrollo de la computación, la informática y la robótica.

Concretamente, el bachillerato o sistema medio superior atiende a adolescentes de entre 15 a 19 años, para favorecer su superación académica, permitirles continuar con sus estudios de nivel superior y probablemente conseguir una mayor remuneración económica al tener acceso a mejores fuentes de trabajo y, en general, el bachillerato da un mayor fortalecimiento al sistema cultural, que de una u otra forma, su crecimiento y diversificación han obligado a la creación de instituciones que satisfagan la demanda estudiantil (Castrejón, 1985).

Es así, que el desarrollo de la educación media superior en México y, particularmente del bachillerato, ha estado asociado a los acontecimientos políticos, sociales y tecnológicos de cada época, los cuales han influido de manera decisiva en su evolución. Desde sus inicios con la fundación del Colegio de Santa Cruz de Tlatelolco en 1537; del Colegio de San Juan de Letrán y el de Santa María de todos los Santos hasta la creación en 1867 de la Escuela Nacional Preparatoria; en 1969 los diversos Centros de Bachillerato Tecnológico, Agropecuario, Industrial

y del Mar; en 1972 el Colegio de Ciencias y Humanidades de la UNAM; el Colegio de Bachilleres en 1973 y el Colegio Nacional de Educación Profesional (CONALEP) en 1979; este último, a casi tres décadas desde su origen, ha perdido su carácter exclusivamente terminal (*La enseñanza media en la historia, s. f.*).

Por tanto, la historia ha ido tocando a la EMS que ha tenido adecuaciones o modificaciones, además la evolución de los entornos sociales más la generalización de la escolaridad básica, han hecho que hoy la educación normal, exija la media superior, ampliada casi universalmente a tres años hacia fines de los sesenta y principios de los setenta del siglo pasado (Palencia, 2001: 52).

Del mismo modo, la historia nos muestra que en este nivel siempre han compartido espacios los programas de formación general y los de capacitación; pero nos muestra también que cuando ha habido claridad unos y otros han respondido con exactitud a las necesidades y exigencias de la sociedad que las demanda. A partir de sus fines como:

- Ofrecer una cultura general básica, que comprende aspectos de la ciencia, de las humanidades y de la técnica, a partir de elementos fundamentales para la construcción de nuevos conocimientos.
- Proporcionar los conocimientos, los métodos, las técnicas y los lenguajes necesarios para ingresar a estudios superiores y desempeñarse en éstos de manera eficiente.
- Desarrollar las habilidades y actitudes esenciales para la realización de una actividad productiva socialmente útil.

En consecuencia, el nivel medio superior o bachillerato debe cumplir con funciones como la de ser formativa, propedéutica y preparar para el trabajo a los jóvenes de nuestro país (SEP, 2000). Por ello, el fenómeno de la EMS es visto hoy como una urgencia, un reto y una

oportunidad. Los medios o recursos para abordarlo son nuevos en sus características y en su diversidad y, aun en sus montos (Palencia, 2001: 58).

Como profesor en activo en este nivel educativo y, con el compromiso de contribuir con la formación integral del alumno mediante la propuesta de alternativas de enseñanza que favorezcan la apropiación por los estudiantes de aprendizajes significativos y el desarrollo de habilidades sociales necesarias para su integración a la sociedad; la presente investigación se realizó en el Colegio de Ciencias y Humanidades; uno de los dos subsistemas de bachillerato de la UNAM. Por tanto, a lo largo de este capítulo se describen aspectos generales del Colegio; el contenido educativo que se seleccionó para la investigación y la justificación que fundamenta el presente trabajo.

2. 1. EL COLEGIO DE CIENCIAS Y HUMANIDADES

La modernización, la presión demográfica y el papel que ha jugado la ciencia y la tecnología han hecho que el bachillerato presente dos características; la expansión y la diversificación. Ambas características trajeron como consecuencia el surgimiento de muchas instituciones con sus propias concepciones de bachillerato.

Esta rápida expansión de la educación de este nivel, fue muy notable de 1960 a 1980, ya que dos aspectos se generaron, por un lado la idea de un mayor desarrollo del hombre tanto en lo económico como en el aspecto cultural y, por el otro, que para tener un mayor desarrollo debería emplearse más la ciencia y la tecnología. Tal actitud de modernidad y darle la importancia a la ciencia y tecnología generaron en la sociedad una prioridad en la búsqueda de mejores niveles de vida.

Dentro de este crecimiento, se diversificó el sistema educativo, surgiendo otros

subsistemas. Actualmente la EMS puede agruparse en tres subsistemas; el bachillerato general, la educación profesional técnica y el bachillerato tecnológico bivalente, siendo el bachillerato general, el que tiene un mayor porcentaje en la matrícula escolar (Castrejón, 1985).

Ante este panorama, hasta la década de los sesenta del s. XX en la ciudad de México los jóvenes egresados de la secundaria tenían tres opciones para continuar sus estudios: las vocacionales del IPN, las preparatorias de la UNAM, y las pocas escuelas particulares. Sin embargo, la UNAM como instituto educativo comprometido con el desarrollo del país, promovió la creación de una nueva alternativa de EMS para brindar la posibilidad a un número mayor de estudiantes de continuar con sus estudios.

Es así, como el proyecto del Colegio de Ciencias y Humanidades fue aprobado por el Consejo Universitario de la UNAM el 26 de enero de 1971, durante el rectorado del Dr. Pablo González Casanova. Con la idea de atender una creciente demanda de ingreso a nivel medio superior en la zona metropolitana y al mismo tiempo para resolver la desvinculación existente entre las diversas escuelas y facultades y, los institutos y centros de investigación de la UNAM, así como, para impulsar la transformación académica de la propia Universidad con una nueva perspectiva curricular y nuevos métodos de enseñanza (Gaceta-CCH, 1974).

Con la creación del CCH se buscaba la utilización óptima de los recursos destinados a la educación, la formación sistemática e institucional de nuevos cuadros de enseñanza media superior y un tipo de educación que constituyera un ciclo que por sí mismo, podría ser preparatorio, pero también terminal y profesional; a un nivel que no demandara aún la licenciatura y que estaba exigiendo el desarrollo del país (Gaceta-CCH, 1971).

El modelo de EMS del país requería estar acorde con las necesidades reales de la sociedad mexicana para así mejorar la formación de las futuras generaciones. En consecuencia,

en este constante proceso de transformación las universidades tienen un papel determinante, ya que deben formar los recursos humanos que la sociedad necesite (Barnés, 1997). De esta forma, el surgimiento del Colegio de Ciencias y Humanidades responde a necesidades concretas de la UNAM, pero al mismo tiempo a las exigencias de una sociedad sometida a cambios constantes.

2. 1. 1. ANTECEDENTES DEL COLEGIO DE CIENCIAS Y HUMANIDADES

El Colegio de Ciencias y Humanidades fue creado bajo el esquema de lo que se denominaba como *nueva universidad* cuyo principal impulsor y entonces máxima autoridad de la UNAM (1970-1972), el doctor Pablo González Casanova, afirmaba: “sin el cultivo permanente y racional de las ciencias y humanidades, la universidad se destruiría a sí misma” y, por tanto, era necesario realizar innovaciones educativas que respondieran a los cambios y presiones de la época (Gaceta-CCH, 1971).

De esta forma en enero de 1971, el Consejo Universitario aprobó la creación del CCH del proyecto presentado por la Rectoría de la UNAM y por las Comisiones del Trabajo Docente y del Reglamento del propio Consejo; marcando así una transformación histórica en la vida educativa de la Universidad.

Los primeros planteles en abrir sus puertas para recibir a la primera generación de estudiantes fueron Azcapotzalco, Naucalpan y Vallejo, el 12 de abril de 1971, al siguiente año hicieron lo mismo los planteles Oriente y Sur. Así, el CCH en sus primeros años constituyó un verdadero cambio en el panorama de la UNAM, siendo las primeras generaciones de alumnos muy diferentes a las de la Escuela Nacional Preparatoria o de escuelas particulares.

La participación de los profesores fue muy importante, ya que se apegaron directamente con el Plan de Estudios que los planteles del CCH llevarían a cabo; por lo que la visión de los

nuevos profesores tendía a lograr básicamente los siguientes objetivos:

- Ser un órgano de cambio e innovación en la UNAM.
- Hacer frente al enciclopedismo, y por tanto, fomentar en los alumnos el *aprender a aprender* y el *aprender a ser*.
- Lograr una educación integral, propedéutica y terminal y;
- Preparar alumnos que interpreten fenómenos a partir del método experimental, el método histórico, las matemáticas y el español.

La creación del CCH en la UNAM, rompía con el modelo tradicional del plan de estudios integrado por materias y proponía al Colegio como un organismo catalizador del cambio universitario, cuya acción se reflejaría en otros niveles de educación media superior y superior (CCH-UACB, 1979).

Hoy en día, el Colegio está integrado por una Dirección General, cinco planteles, y por un laboratorio central, cuyas instalaciones están ubicadas en la Ciudad Universitaria de la UNAM. Su Plan de estudios sirve de modelo educativo a más de mil sistemas de bachillerato de todo el país incorporados a la UNAM. Cuenta con autoridades propias para su funcionamiento interno. Su organigrama lo preside un director general y nueve secretarías que apoyan su actividad académica y administrativa. Sus cinco planteles están distribuidos de la siguiente manera: cuatro en la zona metropolitana y uno en el Estado de México (Naucalpan), cada uno de éstos tiene un director y secretarías de apoyo académico y administrativo. Los planteles cuenta con dos turnos, con aproximadamente 5500 alumnos cada uno de ellos.

Finalmente, el CCH es un bachillerato de cultura básica⁸ y tiene la característica de ser propedéutico, pero a su vez general, es una institución de enseñanza media superior; se rige bajo

⁸ Es decir, como se enuncia en los documentos de fundación del Colegio, hace énfasis en las materias básicas para la formación del estudiante, a saber las matemáticas, el método experimental, el análisis histórico-social, la capacidad y el hábito de lectura de libros clásicos y modernos, el conocimiento del lenguaje para la redacción de escritos y ensayos y que el alumno adquiera principios para saber y hacer; y pueda adquirir mayores y mejores saberes y prácticas (CCH-UACB, 1996).

los términos de la Ley Orgánica y del Estatuto General de la Universidad, además cuenta con una legislación propia que norma su actividad particular que es el Reglamento de la ENCCH.

2. 1. 2. PROPÓSITOS DEL COLEGIO DE CIENCIAS Y HUMANIDADES

Como toda institución educativa, el CCH tiene su propio proyecto y misión institucional, el cual, desde su fundación y en razón de su profunda racionalidad y actualidad, ha constituido una modalidad de bachillerato de alcance y ambición académica incuestionables. Sus nociones de educación y de cultura, así como los enfoques disciplinarios y pedagógicos que de aquellos se derivan, innovadores en 1971, han mantenido su vigencia y han adquirido en los últimos años una aceptación generalizada que, si bien no se refiere expresamente al Colegio como precursor, inevitablemente evoca lo que éste ha sostenido o practicado.

Por ello, el CCH persigue que sus estudiantes, al egresar, respondan al perfil determinado por su plan de estudios, 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. 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, de relaciones interdisciplinarias en el abordaje de sus estudios y de una capacitación general para aplicar sus conocimientos y formas de pensar y de proceder a la solución de problemas prácticos. Con ello tendrán las bases para cursar con éxito sus estudios superiores y ejercer una actitud permanente de formación autónoma.

En consecuencia, cumplir con esta misión debe determinar el rumbo de toda acción que se emprenda para construir el futuro del Colegio y su aportación a la renovación de la educación

media superior del país. Asimismo, la filosofía del Colegio se enmarca en el desarrollo de un alumno crítico que aprenda a aprender, a hacer y a ser.

Desde que se fundó el CCH adoptó los principios de una *educación moderna* y consideró al estudiante como individuo capaz de captar por sí mismo el conocimiento y sus aplicaciones. En este sentido, el trabajo del docente del Colegio consiste en dotar al alumno de los instrumentos metodológicos necesarios para que posea los principios de una cultura científica y humanística.

En el CCH se construye, se enseña y difunde el conocimiento para ofrecer a sus alumnos la formación que requiere y así pueda cursar con altas probabilidades de éxito sus estudios superiores, por lo cual, las orientaciones del quehacer educativo del Colegio se sintetizan en:

- Aprender a Aprender. El alumno será capaz de adquirir nuevos conocimientos por cuenta propia, es decir, se apropiará de una autonomía congruente a su edad.
- Aprender a Hacer. Se pretende que los alumnos desarrollen habilidades que les permitan poner en práctica lo aprendido en el aula y en el laboratorio, lo cual supone conocimientos y elementos de métodos diversos (aprender haciendo).
- Aprender a Ser. Enuncia el propósito de atender a la formación del alumno no sólo en la esfera del conocimiento, sino en los valores humanos, particularmente los éticos, los cívicos y los de la sensibilidad estética.
- Alumno Crítico. Se busca que el alumno sea capaz de analizar y valorar los conocimientos que adquiere, de forma tal que los afirme, los cuestione, o bien, proponga otros diferentes.

Por ende, este bachillerato es de fuentes y no de comentarios puesto que se propone proveer al alumno de los conocimientos y habilidades que le permitan acceder por sí mismo a las

fuentes del conocimiento y, más en general, de la cultura. Por ello, pone un mayor énfasis en el trabajo intelectual de sus estudiantes (CCH-UACB, 1996).

2. 2. LA BIOLOGÍA EN EL PLAN DE ESTUDIOS DEL CCH

En el Plan de Estudios en el Colegio, los cursos de la materia de biología tienen como principio que los alumnos aprendan a generar mejores explicaciones sobre los sistemas vivos, mediante la integración de los conceptos, los principios, las habilidades, las actitudes y los valores desarrollados en la construcción y valoración de conceptos biológicos fundamentales.

La materia de Biología en el mapa curricular del Colegio se estructura en cuatro cursos; ubicándose biología I y II como asignaturas obligatorias en 3° y 4° semestres, respectivamente; mientras que biología III y IV tienen carácter de optativas en el 5° y 6° semestres (anexo 1). Particularmente, el estudio de la biología en tercero y cuarto semestres del CCH, está orientado a conformar la cultura básica del estudiante en este campo del saber. Pretende contribuir a la formación de éste mediante la adquisición de conocimientos y principios propios de la disciplina, así como propiciar 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. Además, se busca enfatizar las relaciones sociedad-ciencia-tecnología para que pueda desarrollar una ética de responsabilidad individual y social que contribuya a establecer una relación armónica entre la sociedad y el ambiente.

Por su parte, en los cursos de Biología III y IV se continúa y profundiza en la enseñanza de una biología integral, de manera que los alumnos incorporen nuevos elementos en su cultura básica, teniendo como eje a la biodiversidad, así como, el reforzamiento de las habilidades, actitudes y valores inherentes a la planeación y el desarrollo de investigaciones para la

obtención, comprobación y comunicación del conocimiento.

En este sentido, la materia de biología en el currículum del Colegio, se plantea ofrecer a los alumnos las nociones y conceptos básicos, así como las metodologías que le permitan entender y estudiar nuevos conocimientos de la disciplina, es decir, *aprender a aprender*, siempre en un circuito pregunta-respuesta-contrastación de explicaciones-nueva pregunta; considerando los conocimientos previos para asimilar e integrar los nuevos conocimientos a sus esquemas cognoscitivos.

En biología como en cualquier campo de conocimiento, se debe partir de un enfoque que guíe la forma de cómo tratar un tema para organizarlo y darle coherencia como cuerpo de conocimientos, es decir, es la perspectiva desde la cual se estructuran los contenidos y se propone la metodología para que los alumnos en su autonomía de aprendizaje se apropien de conocimientos racionalmente fundados en conceptos, habilidades, actitudes y valores que formarán parte de su cultura básica. En consecuencia, la biología que se enseña en el CCH, tiene un enfoque que integra el pensamiento evolucionista, el análisis histórico, las relaciones sociedad-ciencia-tecnología (CTS) y las propiedades de los sistemas vivos.

Particularmente y con base en estos cuatro ejes, la secuencia de las temáticas del programa de Biología III⁹, en su conjunto responde a ¿qué?, ¿cómo? y ¿por qué?, que agrupan (de acuerdo a la lógica de la disciplina) las características, procesos y teorías que distinguen y explican a los sistemas vivos; el qué, tiene que ver con las características descriptivas de los sistemas vivos; el cómo, agrupa el aspecto fisiológico o causas próximas que explican su funcionamiento y; el porqué, hace referencia a los aspectos evolutivos que tienen que ver con ellos, es decir, las causas remotas o últimas.

⁹ Concretamente, el Programa de Estudios de la Asignatura de Biología III, fue el referente institucional para la presente investigación, ya que en la estructura temática de la primera unidad se encuentra el contenido de aprendizaje que se trabajó bajo la instrucción cooperativa; específicamente, el proceso de fotosíntesis (anexo 2).

Asimismo, en los Programas de Estudio de Biología del CCH se ha adoptado una postura de construcción del conocimiento, que mantiene que el individuo tanto en los aspectos cognoscitivos y sociales del comportamiento como en los afectivos, su conocimiento no es copia fiel de la realidad, sino una construcción del ser humano. Razón por lo que en el diseño didáctico del programa de Biología III se propone que los alumnos vayan construyendo su conocimiento de manera gradual, donde las explicaciones, los procedimientos y los cambios conseguidos sean la base a partir de la cual se logrará el aprendizaje de nuevos conceptos, principios, actitudes, habilidades y valores más complejos.

Para contribuir a la formación de los estudiantes, el programa de Biología III se plantea como propósitos educativos que el alumno:

- Comprenda el papel del metabolismo en la diversidad de los sistemas vivos.
- Comprende que los cambios que se producen en el material genético son la base molecular de la biodiversidad.
- Profundice en la aplicación de habilidades, actitudes y valores para la obtención, comprobación y comunicación del conocimiento científico al llevar a cabo investigaciones.
- Desarrolle una actitud crítica, científica y responsable ante problemas concretos que se planteen (CCH-UACB, 2004).

Tales aspectos, responden a la necesidad de una enseñanza integral de la biología y, por tanto, a promover en el estudiante una cultura científica básica. Además de contribuir con el perfil de egreso que propone el Colegio.

2. 3. LA ENSEÑANZA DE LA BIOLOGÍA EN EL CCH

La manera de ejecutar la enseñanza de las ciencias biológicas ha ido evolucionando paulatinamente a través del tiempo. En general, se pueden ver grandes diferencias desde la enseñanza aristotélica hasta la moderna. El paso por medio de cada uno de los esquemas ha sido gradual y continuo. Pero la universidad actual difiere de sus ancestros. No obstante, es importante destacar que cada una de las instituciones, en su momento fue perfectamente viable, ya que se hallaban bien adaptadas al mundo intelectual de su época; integraban y transmitían los hechos entonces conocidos de la biología de la manera más coherentemente posible. En resumen, eran adecuadas (Barba y Luna, 1994).

En las últimas décadas el rápido progreso general de todo saber científico se caracteriza por el uso intensivo e inmediato de la ciencia y el notable incremento de la participación en el desarrollo de la técnica, la producción y la sociedad.

Lo anterior incide en el ambiente de las instituciones educativas, las acomete, y éstas se preparan para enfrentar los retos que plantea en el aspecto educativo el desarrollo científico tecnológico, preparación que implica cambios y ajustes internos para dar respuesta a las nuevas necesidades de adaptación a la realidad cambiante (Gaceta-CCH, 1993).

En el bachillerato mexicano se busca responder a las exigencias sociales, productivas y, ajustarse al desarrollo paulatino, pero coherente de nuestro país. Razón por lo cual dentro del Bachillerato General de la Secretaría de Educación Pública, el campo de las ciencias naturales se concibe como el desarrollo de un apartado del quehacer científico, entendiéndolo como el estudio de los hechos, procesos y fenómenos que ocurren en el mundo material. El eje conceptual que rige en las disciplinas de este campo es la composición de la materia-energía y los sistemas biológicos, así como sus cambios y su interdependencia.

La importancia de este campo es determinante porque permite descubrir las generalizaciones que han llevado a proponer las leyes y los principios que rigen el comportamiento de los sistemas físicos, químicos y biológicos; así como, explicar la relación existente entre la ciencia y sus aplicaciones. Por ello, la biología como el resto de las disciplinas que comprende este campo de conocimientos es de carácter integrador; donde se estimula el uso del pensamiento deductivo-inductivo, a través de la relación existente entre los fenómenos a interpretar y el manejo adecuado de aparatos e instrumentos de medición que habiliten al estudiante para acceder a una formación integral (SEP, 2000).

Aspecto que norma la concepción de bachillerato en la UNAM, cuyo interés es la formación integral de sus educandos, pues las relaciones son cada vez más estrechas entre progreso de la ciencia e innovación tecnológica, desarrollo económico y bienestar social, que han llevado a que la educación científica se considere una tarea prioritaria, no sólo en lo que se refiere a la formación de profesionales de la ciencia, sino para proporcionar a todas las personas una cultura científica básica, imprescindible para asumir actitudes críticas y tomar decisiones informadas y responsables en prácticamente todos los aspectos de la vida en el mundo de hoy, tanto en asuntos personales como colectivos.

Por ende, una de las cuatro áreas que integran el plan de estudios del CCH es el de ciencias experimentales que agrupa a las materias de Física, Química, Biología, Psicología y Ciencias de la Salud; las cuales tienen como meta proporcionar a los alumnos los elementos que los lleven a conformar la parte de la cultura que corresponde al conocimiento científico y tecnológico, además de capacitarlos para proseguir sus estudios superiores.

Para ello, se requiere de un proceso de enseñanza- aprendizaje que conduzca al estudiante a mejorar sus habilidades intelectuales, además de proporcionarle conocimientos y

procedimientos básicos para interpretar mejor la naturaleza y entender el contexto en el que surge el conocimiento científico, a través de alentar en los alumnos la curiosidad y el placer por el descubrimiento y la comprensión del mundo natural.

Particularmente, la biología ha tenido un desarrollo espectacular y se ha consolidado como ciencia experimental en los últimos cien años con los avances en el conocimiento sobre evolución y genética, así como, con los descubrimientos de Watson y Crick que marcaron el comienzo de la biología molecular. En gran medida, los avances en genética sobre el funcionamiento celular, se debe a la comprensión de la vida en términos de su composición bioquímica.

En la actualidad, la biología moderna constituye un campo del conocimiento muy amplio y complejo, que se caracteriza por complementar el enfoque descriptivo con la actividad experimental y la aplicación de las matemáticas para la interpretación de datos, la identificación de parámetros, la generación de hipótesis y el diseño de experimentos. Gracias al progreso tecnológico y de las ciencias en las que se apoya la biología, sobre todo las ciencias fisicoquímicas, es de esperarse que los avances en el conocimiento de la vida se produzcan a un ritmo aún mayor que el actual.

Así, la relevancia de la biología para la formación del estudiante resulta evidente, pero además, la presencia de la biología en el ámbito social, económico, político, ideológico y personal, así como la importancia que sus aplicaciones tienen para la humanidad, son incuestionables. Basta con mencionar sus contribuciones a la industria de los alimentos, los medicamentos y al de la salud en general, así como el hecho de que un gran número de los problemas y retos contemporáneos de la humanidad, competen a la biología. El conocimiento biológico es, por lo tanto, indispensable para comprender la cultura contemporánea.

En este contexto, la enseñanza de la biología en el Colegio resulta primordial en tanto que se busca la formación integral del alumno, es decir, la promoción de una cultura científica y particularmente biológica, contribuye en mayor grado a lograr: conocer y entender conceptos, teorías, leyes y principios biológicos a partir del estudio sistemático y de la experiencia en aspectos de la biología; conocer y aplicar aspectos básicos de los procedimientos y habilidades intelectuales que se requieren para comprender los procesos biológicos; construir conocimientos y aprender a investigar; además, es fundamental que los alumnos conciban a la naturaleza con responsabilidad ética y social, en términos de su conocimiento básico y su explotación racional y preservación (CCH-UACB, 2004).

2. 4. CONTENIDO DISCIPLINAR ELEGIDO PARA LA INVESTIGACIÓN: PROCESO DE FOTOSÍNTESIS

Sin duda, la biología constituye un componente de la educación general, un área del conocimiento que se debe integrar en la formación de una cultura básica en los estudiantes; además, forma parte del enriquecimiento lingüístico en el desarrollo del alumno, su enseñanza es necesaria desde la educación básica y debe continuar en los niveles subsiguientes hasta la universidad.

En este sentido, la enseñanza de la biología ha sido generalmente descriptiva en comparación con otras ciencias como la física y la química, las cuales se han apoyado en leyes y conceptos cuya formulación se han descrito en forma universal, permitiendo la predicción del comportamiento de las mismas en situaciones determinadas (Hill, 1986). Así, la biología como ciencia descriptiva posee una gran cantidad de conceptos que requieren de ciertos prerrequisitos para ser comprendidos; sin embargo, las estrategias empleadas para su enseñanza no siempre han sido las adecuadas, por lo que en muchas ocasiones han tenido que ser adaptadas a través de

explicaciones de otras ciencias. Además, la enorme diversidad de organismos vivientes y su complejidad la han hecho difícil de aprender.

Por esta razón, existen temas que no pueden ser aprendidos sin conocimientos previos de la Biología y de otras ciencias, es decir, a veces se requiere de conocimientos básicos de otras ciencias para interpretar, explicar o complementar el conocimiento sobre un concepto biológico determinado; por ejemplo, para entender el funcionamiento celular es necesario tener conocimientos básicos de química o para definir la dinámica poblacional se requieren bases de Estadística. Ante esto, suele pasar que los alumnos comprendan un concepto de forma errónea. Es decir, una enseñanza de conceptos biológicos sin conocimientos previos puede producir en los alumnos sólo la memorización de nombres raros, sin apropiarse de conceptos que permitan continuar su aprendizaje o, al menos, poseer una visión global de los procesos que realizan los sistemas vivos.

Resulta fundamental que las estrategias de enseñanza que se estructuren alrededor de cualquier concepto biológico tomen en cuenta los siguientes factores:

- La elección de los conceptos que se enseñarán, ya sean centrales o los relacionados con esto.
- La elección de experiencias de aprendizaje a nivel experimental o teórico.
- La elaboración de diseños y planificación de actividades experimentales y del material de apoyo a utilizar.
- Favorecer la comunicación y cooperación entre los alumnos y el profesor.
- Hacer que los alumnos confronten sus representaciones con la realidad y con la de otros.
- Ayudar a conocer mejor los procesos de aprendizaje.

- Crear una nueva perspectiva sobre el aprendizaje (Driver, Guesne y Tiberghien, 1989: 19-29; Jiménez, Martínez y Martínez, 1994).

Pero, no es fácil llevar a cabo todas estas exigencias a la práctica en el aula, ya que existen factores que pueden influir muy a pesar del buen diseño de una estrategia de enseñanza, entre ellos, están como ya se indicó, las concepciones previas de los alumnos que para el caso del aprendizaje de la Biología muchas veces son erróneas; otro factor es la falta de un pensamiento crítico en los estudiantes que les ayude a fundamentar sus afirmaciones en observaciones y/o experiencias que les permitan explicar los fenómenos cotidianos; esto como resultado en muchas ocasiones de una defectuosa comprensión del profesor de los contenidos que imparte o a la falta de compromiso para estructurar un conjunto de estrategias que favorezcan el aprendizaje de conceptos complejos.

Aunado a esto, se manifiesta en los alumnos la difícil comprensión de ciertos conceptos de la Biología como: evolución, herencia, respiración y fotosíntesis; los cuales requieren en gran parte del auxilio de otras ciencias para conformar un sistema explicativo de los procesos involucrados en ellos.

Concretamente, en el programa de estudios del curso de Biología I (tercer semestre con carácter obligatorio) el concepto de fotosíntesis se revisa como uno de los procesos que intervienen en la conservación de los sistemas vivos, por tanto, se busca que el alumno logre comprender su importancia para que el sistema se mantenga vivo. Asimismo, en el programa de estudios del curso de Biología III (quinto semestre con carácter optativo) también se contempla una revisión del proceso de fotosíntesis, pero desde otra perspectiva. En este caso, el estudio de la fotosíntesis es a partir de concebirse como un proceso donde intervienen diferentes rutas metabólicas que permiten la producción de biomoléculas en los sistemas vivos, de manera que al

abordar dicha temática el alumno pueda comprender y reconozca que este proceso, como parte del metabolismo, tiene una gran importancia en la diversidad biológica (CCH-UACB, 2004).

Particularmente, la fotosíntesis forma parte de los mecanismos metabólicos de síntesis que emplean algunos sistemas vivos para obtener la energía del medio, es decir, como proceso la fotosíntesis resulta de gran importancia en la conservación de los sistemas vivos, pues a partir de este se producen moléculas orgánicas ricas en energía¹⁰. Concretamente, las primeras células sobre la Tierra que aparecieron hace más de 3.5 mil millones de años, no realizaban fotosíntesis, ni respiración aeróbica. Estos organismos unicelulares transformaban la energía contenida en los compuestos orgánicos que obtenían de las aguas circundantes, en energía utilizable para su conservación, a través de la fermentación, debido a que con anterioridad a la fotosíntesis no había gas oxígeno suficiente para la respiración aeróbica. Así, los primeros organismos fotosintéticos¹¹ fueron probablemente bacterias anaerobias que utilizaron sulfuro de hidrógeno, en lugar de agua, como fuente de electrones (muchas bacterias aun utilizan este sistema, que libera más azufre que oxígeno). Sin embargo, la evolución en ciertas bacterias (cianobacterias) les permitió sustituir el S_2H por H_2O para extraer electrones y utilizar esa energía para producir materia orgánica y, liberar oxígeno como subproducto. Estas nuevas reacciones fotosintéticas, permitieron que estos organismos arrojaran suficiente gas oxígeno en la atmósfera como para hacer posible la respiración celular. Esto, cambio completamente el ambiente y, por tanto, el curso de la evolución. El gas oxígeno liberado a partir de la fotosíntesis fue en un principio tóxico para las células.

Con el paso del tiempo, la mayoría de las células evolucionaron en la capacidad de usar este contaminante ambiental en la respiración celular. La respiración aeróbica, que origina

¹⁰ Carbohidratos, principalmente glucosa como producto primario del proceso.

¹¹ Organismos que aparecieron aproximadamente hace 3.3 mil millones de años.

mucho más energía a partir de los azúcares que la fermentación, apareció hace alrededor de 2.5 mil millones de años. Hoy la mayoría de los organismos no sólo usan el gas oxígeno, sino que pueden morir cuando se les priva de él.

Así, el oxígeno liberado en la fotosíntesis estableció el camino para la evolución de las reacciones de oxidación aeróbica como fuente de energía para la síntesis de ATP. El metabolismo aerobio era mucho más rápido y eficaz que el metabolismo anaerobio que había dominado la vida hasta ese momento. Por ello, los primeros organismos que desarrollaron tolerancia al oxígeno fueron capaces de colonizar exitosamente entornos privados de otros organismos y de proliferar en gran abundancia. Las reacciones metabólicas que utilizan oxígeno, llamadas metabolismo aerobio, terminaron siendo utilizadas por la mayoría de los organismos sobre la Tierra. El oxígeno que hoy existe en el aire que respiramos, no existiría sin la fotosíntesis.

También, las grandes cantidades de oxígeno liberadas por la fotosíntesis tuvieron otro efecto. El ozono (O_3), formado a partir del oxígeno, comenzó a acumularse en la parte superior de la atmósfera y formó lentamente una capa densa que actuó como escudo, interceptando mucha de la radiación ultravioleta letal del sol. En consecuencia, la presencia de este escudo permitió que los organismos abandonaran la protección de los océanos y establecieran nuevos estilos de vida sobre la superficie terrestre, y por consiguiente, una explosión de la vida eucarionte. Pero además, tras la crisis ecológica que provocó la aparición del oxígeno en la atmósfera del planeta, muchas especies se extinguieron, en tanto, otras evolucionaron y se diversificaron en la Tierra, como respuesta a los cambios en el medio (Purves, Sadava, Orians y Heller, 2003: 144, 452).

Por otro lado, en la actualidad existen plantas que han desarrollado mecanismos de adaptación a las condiciones del medio en constante cambio, donde reacciones involucradas en

las rutas metabólicas del proceso de la fotosíntesis han sufrido cambios y, por lo tanto, a partir de estos acontecimientos se ha generado una mayor biodiversidad de estos organismos en la Tierra. Por ejemplo, las plantas obtienen su carbono uniendo el gas dióxido de carbono a una molécula orgánica en el interior de sus células. Esto se conoce como fijación del carbono o ciclo de Calvin; reacción que presenta tres variantes: en plantas como el sorgo, la cebada, el arroz, el trigo, el frijol, la lechuga, la soya conocidas como C3; en un segundo grupo están el maíz, la caña, los pastos tropicales y la mayoría de plantas tropicales conocidas como C4 y, por último, la piña, los cactus y todas las suculentas a las que se les conoce como plantas CAM (metabolismo ácido de las Crasuláceas). Asimismo, toda esta diversidad de especies ha encontrado la forma de aprovechar el proceso de la fotosíntesis para su conservación, pero de igual forma, son el sustento principal de una mayor cantidad de especies, que han encontrado en estas plantas la fuente principal de energía para poder perdurar y diversificarse en el tiempo.

Razón por la que la fotosíntesis es un fenómeno biológico fundamental para la vida en nuestro planeta. Al parecer, la activa producción de oxígeno por parte de algunos organismos que utilizan la luz del sol para generar sus nutrientes, determinó que nuestro planeta contara con la atmósfera que actualmente tiene; es decir, una atmósfera que contiene oxígeno, gracias al cual pueden surgir organismos que lo utilizan y que se alimentan, entre otras cosas, de plantas. Así se creó una complicada cadena de sobrevivencia en la que los organismos fotosintéticos y aquí incluimos desde las bacterias hasta las plantas, desempeñan un papel muy importante. En consecuencia, el proceso de la fotosíntesis hace posible la utilización de una parte de la gran cantidad de energía que despide el sol.

La fotosíntesis juega un papel importante en la comprensión biológica de algunos aspectos de los sistemas vivos; sin embargo, presenta dificultades tanto en su enseñanza como en

su aprendizaje, debido en ocasiones por la presencia de errores conceptuales provocados por las estrategias y el material didáctico utilizado, en los cuales, muchas veces no se definen aspectos como el proceso o los productos y las relaciones que hay entre éstos (Storey, 1989), dando como resultado una defectuosa comprensión del proceso que se ve reflejado en las ideas presentadas por los alumnos; ideas como:

- Las plantas no respiran o sólo lo hacen durante la noche.
- El alimento de las plantas incluye: agua, aire, suelo, minerales y luz del sol.
- La fotosíntesis es un simple proceso de intercambio de gases.
- La fotosíntesis es un entendimiento defectuoso del término alimento.
- La luz es usada para guardar el calor en las plantas (Eisen y Stavy, 1988; Haslam y Treaguet, 1987; Anderson, Sheldon y Dubay, 1990; Lumpe y Staver, 1995).

La fotosíntesis en sí es compleja, ya que integra aspectos ecológicos, bioquímicos, anatómicos, fisiológicos y cambios de energía, que lo hace ser un concepto integrador y central (Waheed y Lucas, 1992). Todo lo anterior, ha provocado que se plantee una relación de este proceso con el de respiración, el crecimiento de las plantas, el flujo de energía en un ecosistema, la alimentación, etc. (Smith y Anderson, 1984; Anderson, Sheldon y Dubay, 1990).

Otro problema de la enseñanza y el aprendizaje de la fotosíntesis, radica en que no se puede derivar de una observación cotidiana y los alumnos lo interpretan en función de lo que saben o creen saber.

Asimismo, se ha observado que la mayoría de los alumnos de diferentes niveles educativos exhibe concepciones muy similares acerca de la fotosíntesis e inclusive conocen la necesidad del agua, aire y luz del sol por parte de las plantas, pero la manera en la que estos elementos interactúan y su importancia en el proceso es desconocida para muchos (Lawson,

1988). Lo que hace que los alumnos no tengan una comprensión global del proceso y su importancia en la elaboración de compuestos orgánicos para el mantenimiento propio de las plantas. Además, siempre hacen una relación directa entre fotosíntesis y plantas, olvidando que existen otros sistemas vivos que pueden realizar dicho proceso metabólico.

En este sentido, es preciso fomentar la enseñanza de la fotosíntesis como un proceso que involucra una estructuración de conceptos que engloban secuencias de reacciones químicas y una conversión de energía, en cuyas reacciones se producen carbohidratos (fuente de energía) y se libera oxígeno (principal elemento para la respiración celular) a partir del CO_2 . Lo que ha permitido la subsistencia de todas las especies aeróbicas en la Tierra, por brindar condiciones ambientales idóneas para ello.

Ante esto, es fundamental que el alumno reconozca la importancia de la fotosíntesis y las reacciones que la integran, como el proceso que cambió la constitución de la atmósfera primitiva, lo que provocó la aparición de nuevos sistemas vivos que posteriormente se diversificaron en el planeta. Asimismo, se hace necesario comprender que la fotosíntesis como reacción metabólica ha sufrido cambios con el tiempo, es decir, ha estado sujeta a un proceso evolutivo en el metabolismo de ciertos sistemas vivos, lo que puede explicar la biodiversidad en la Tierra.

2. 5. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Durante el proceso de aprendizaje, los alumnos son sujetos a múltiples métodos de enseñanza que pueden ser eficaces o no. Esto, puede depender de los conocimientos del profesor y la forma de transmitirlos; la habilidad para lograr que sus alumnos conozcan sus aptitudes, corrijan sus deficiencias y superen sus prejuicios y, de la motivación que los estudiantes tengan para adquirir nuevos conocimientos y aprender nuevas formas de pensamiento. De manera, que

el profesor debe poseer los conocimientos y/o la experiencia necesaria en la materia y un método didáctico efectivo capaz de mantener el interés de los alumnos por aprender.

Se ha demostrado a partir de investigaciones que las sesiones de clase, generalmente están estructuradas de manera que se privilegia el individualismo y la competencia. Esto no es de extrañarse si se parte de la idea actual de que la escuela tiene como función la de formar a sus estudiantes en competencias para la vida laboral futura. Así, en una sociedad donde la globalización es un fenómeno que ha generado una clara tendencia hacia la competencia, no sólo a nivel de Estado, sino también en la educación por el rápido desarrollo científico y tecnológico, se observa que desde finales del siglo XX e inicio del siglo XXI estamos viviendo en una sociedad cada vez más individualista.

Por su parte, en el contexto escolar los modelos de instrucción fomentan muy poco la interacción profesor-alumno y menos alumno-alumno, lo que ha dado lugar en muchas ocasiones que se dé poco tiempo para que se construya, analice y sintetice el conocimiento; generalmente no hay productos construidos por parte del alumno en cada sesión, la disposición de los asientos no es adecuada para que los jóvenes discutan en pequeños grupos, no todos los alumnos participan cuando se hacen preguntas, para los estudiantes es más fácil tomar notas y memorizarlas que tratar de entenderlas y sintetizarlas (Klionsky, 1998).

Por ello, en las relaciones entre iguales, el compañero de clase de cualquier estudiante puede actuar como un mediador importante entre el objeto de estudio y el propio alumno. De hecho, las investigaciones realizadas por Lewis y Roseblum, 1975; Hartup, 1976; Lacy, 1978; Schmuck, 1971, 1978, 1985; Johnson, 1981a; Boggiano *et. al.*, 1986 y; LeMare y Rubin, 1987 (citados por Coll y Colomina, 1997: 337), apuntan a que la relación entre alumnos puede influir positivamente en la adquisición de competencias sociales, la superación del egocentrismo, el

control de los impulsos agresivos, el rendimiento escolar, así como el hecho de que la interacción constructiva con el grupo de iguales favorece e incrementa las habilidades sociales del alumno.

Particularmente Alexander y Campbell (1964, citados por Coll y Colomina, 1997. 338), señalan que las interacciones entre iguales pueden incidir de forma decisiva en las aspiraciones y el rendimiento escolar de los alumnos, por ejemplo, es más probable que el estudiante aspire a cursar la enseñanza superior si su mejor amigo planea hacer lo mismo.

Ahora bien, el AC puede ser aplicado a cualquier contenido, razón por lo cual, la enseñanza del proceso de fotosíntesis puede ser abordado desde esta perspectiva. Recordemos que la fotosíntesis es un proceso que no es observable directamente por el alumno, situación que sin duda marca la complejidad de su transmisión por parte del profesor y la apropiación adecuada por parte del alumno; en tanto, que se trata de un concepto muy abstracto como ocurre con otros dentro del campo de la Biología. Esto conlleva a que cuando el alumno logra retener cierta información sobre la fotosíntesis es en muchas ocasiones a corto plazo, sólo para la presentación de un examen o la exposición de algún aspecto del proceso; además, es claro que cuando el alumno aprende algo sobre fotosíntesis lo hace de forma fragmentada sin que ello implique una comprensión global de la dinámica energética y de la serie de interacciones entre las reacciones químicas involucradas en dicho proceso, lo que hace que el estudiante logre un aprendizaje descontextualizado y en ocasiones sólo alcance el nivel cognoscitivo de conocimiento sin llegar al de comprensión.

Por tanto, el AC usado adecuadamente como una estrategia de enseñanza puede ser la respuesta ante el individualismo y la competencia en el salón de clases; pero además, la interacción alumno-alumno que promueve, puede activar conflictos cognoscitivos entre los estudiantes que lo lleven a una reestructuración de ideas sobre el concepto de fotosíntesis para su

mejor comprensión y a la construcción adecuada del conocimiento de las reacciones que integran dicho proceso; así como, enfatizar su importancia como reacción metabólica para explicar la biodiversidad actual de nuestro planeta.

CAPÍTULO III

PLANTEAMIENTO Y DISEÑO METODOLÓGICO

Después de revisar el contexto en el que se realizó la investigación y la justificación de la misma, a lo largo de este capítulo se describen los elementos que estructuraron el diseño metodológico de este trabajo.

3. 1. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

El aprendizaje es una actividad social donde la interacción constante se da entre sus protagonistas, por ende, cuando la estructura de actividades que el profesor planea para su realización en el salón de clases es de tipo individual o competitivo, los resultados en la construcción del conocimiento por parte de los alumnos a veces se ve disminuido por la falta de significatividad que sin duda se promueve en las interacciones que se dan entre alumno-alumno y alumno-profesor. Por tanto, el aprendizaje es producto de las situaciones de participación guiada en prácticas y contextos socioculturales determinados que están definidos socialmente. En este enfoque cambia la unidad de análisis para el estudio de aprendizaje, el cual, para la mayoría de los enfoques, había estado puesto en el sujeto solo, como un ente que aprende por propios medios, aislado de la influencia de otros y de las prácticas socioculturales; se pone un énfasis particular en lo externo y se señala que el desarrollo ocurre siguiendo una trayectoria esencial de afuera hacia adentro.

Por otro lado, se han identificado diversas dificultades en los procesos de aprendizaje de las ciencias entre las que se pueden citar: la estructura lógica de los contenidos conceptuales, el nivel de exigencia formal de los mismos y, la influencia de los conocimientos previos y preconcepciones del alumno; estos pueden obstaculizar el aprendizaje de las ciencias y ser

responsables de muchos fracasos. Por ejemplo, para muchos estudiantes la dinámica bioquímica que siguen los procesos metabólicos que ocurren en los sistemas vivos es difícil de comprender, ya que los conceptos adquiridos son pocos o casi nulos y, además erróneos en algunas ocasiones. Tal es el caso del concepto de fotosíntesis, el cual es confuso para los alumnos e incomprensible la relación entre las reacciones que intervienen en dicho proceso, incluso su relación con otros conceptos (respiración, diversidad biológica, etc.). Además, cuando los estudiantes logran retener información esta no es relevante y sólo manejan los conceptos de forma aislada y fragmentada, lo que provoca que tengan dificultad para estructurar su conocimiento sobre fotosíntesis y, por lo tanto, su comprensión como un proceso necesario para la vida en la Tierra.

A partir de lo expuesto es pertinente plantearse las siguientes preguntas:

¿El aprendizaje cooperativo como estrategia de enseñanza, favorece el aprendizaje del proceso de fotosíntesis y las vías metabólicas que intervienen, en estudiantes del 5º semestre que cursan la asignatura de Biología III, en el Colegio de Ciencias y Humanidades?

¿Existen diferencias en el aprendizaje del proceso de fotosíntesis entre un grupo de estudiantes que trabaja con el modelo de enseñanza tradicional y otro que trabaja con el modelo de enseñanza basado en actividades de aprendizaje cooperativo?

3. 2. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

Una vez determinado el problema de la presente investigación, se establecieron los siguientes objetivos:

Objetivo general

- Evaluar si el aprendizaje cooperativo (AC), como estrategia de enseñanza favorece el aprendizaje de conceptos teóricos y vías metabólicas que intervienen en el proceso de

fotosíntesis en estudiantes que cursan la asignatura de Biología III que se imparte en el quinto semestre en el Colegio de Ciencias y Humanidades.

Objetivo particular:

- Comparar la enseñanza basada en estrategias de aprendizaje cooperativo con la enseñanza tradicional del tema de fotosíntesis entre alumnos que participan en grupos cooperativos y alumnos que trabajan con el modelo tradicional.

3.3. HIPÓTESIS

A continuación se expone la hipótesis que define el propósito de la investigación:

Hipótesis nula

La enseñanza basada en estrategias de aprendizaje cooperativo no es más eficaz para el aprendizaje de conceptos teóricos y vías metabólicas que intervienen en el proceso de fotosíntesis que el modelo de enseñanza tradicional.

Hipótesis alterna

La enseñanza basada en estrategias de aprendizaje cooperativo es más eficaz para el aprendizaje de conceptos teóricos y vías metabólicas que intervienen en el proceso de fotosíntesis que el modelo de enseñanza tradicional.

3.4. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

La elección del diseño de investigación para este trabajo responde a las características de los grupos antes de la intervención didáctica, ya que los estudiantes no se asignaron al azar a los grupos ni se emparejaron, sino que ya estaban formados antes del tratamiento, fueron grupos intactos, es decir, no eran equivalentes. Por consiguiente, el diseño de investigación de campo que se empleó fue cuasiexperimental, en la modalidad preprueba-tratamiento-posprueba (A-B-A) y grupos intactos, uno de ellos control (Hernández, Fernández y Baptista, 1998: 173; Kerlinger, 2002: 497-498). El cual consiste según Van Dalen (1979: 301) “en trabajar con grupos formados

previamente, tales como clases completas, para contar con sujetos experimentales y de control”.

Cuadro 1. *Diseño de investigación*

GRUPO	PREPRUEBA	TRATAMIENTO	POSPRUEBA
G1	O1	X	O2
G2	O3	---	O4

G1= Grupo experimental.

G2= Grupo control.

X= Instrucción cooperativa.

O1= Antes del tratamiento.

O2= Después del tratamiento.

Definir el tipo de investigación a realizar permite determinar cuál será el alcance que tendrá dicho estudio; Hernández, *et. al.* (1998: 58) señalan que “del tipo de estudio dependerá la estrategia de investigación”.

Para el caso que nos ocupa se trató de un estudio correlacional, en tanto que se buscó evaluar la relación de un programa de estrategias de enseñanza basadas en el AC y el aprendizaje de conceptos teóricos y procesos metabólicos involucrados en la fotosíntesis, así como compararlo con el modelo de enseñanza tradicional. Es decir, se indagó si existe relación positiva entre un modelo didáctico controlado deliberadamente y el aprendizaje de un tema específico en un contexto particular. El alcance de la investigación no va más allá de ser correlacional, debido a que los grupos eran intactos (Hernández, *et al.* 1998: 62, 171).

El contexto y las circunstancias de los grupos elegidos para la investigación, provocó que no se tuviera un control expresamente sobre algunos aspectos orgánicos en ambos grupos como: intereses, personalidad, actitudes, aptitudes, hábitos y métodos de estudio, experiencia previa de AC (en el caso del grupo experimental), condiciones físicas y motivación. Estas condiciones de trabajo pudieron provocar problemas de validez interna y externa a la investigación (Elorza, 2000, p. 16; Hernández, *et. al.* 1998: 170); sin embargo, existieron aspectos en el desarrollo del estudio que incrementaron las posibilidades de obtener una validez interna y mantener una equivalencia parcial entre el grupo experimental y el control. Por

ejemplo, se eligieron dos grupos de estudiantes pertenecientes a la misma población (CCH) y se mantuvieron constantes algunos aspectos situacionales en ambos, como la misma aula-laboratorio para la instrucción didáctica, por tanto, la iluminación, ventilación, silencio/ruido, comodidad y espacio suficiente fueron iguales durante el desarrollo de las actividades de aprendizaje. El número de sesiones para abordar el tema de fotosíntesis fue de cuatro; asimismo, se trabajó con grupos del mismo turno¹² que cursaban el 5º semestre. Aunque no se alcanza la seguridad ofrecida por la aleatorización, estos aspectos y otros¹³, resultaron pertinentes para continuar con la investigación.

3. 5. SUJETOS

El estudio se realizó con dos grupos intactos de alumnos del turno matutino, con una edad entre 16 y 18 años (sólo un estudiante tenía 21 años) inscritos en el curso de Biología III del 5º semestre, en el plantel Azcapotzalco del CCH. Particularmente, al grupo 549 o grupo experimental integrado por 23 alumnos se le aplicó el tratamiento que estuvo conformado por estrategias didácticas con actividades de AC para abordar el tema de fotosíntesis; el trabajo cooperativo fue instrumentado en el aula-laboratorio con la intervención del profesor-investigador. Para el caso del grupo 518 o grupo control en el que participaron 21 alumnos, no se le aplicó el tratamiento y trabajó con el modelo de enseñanza tradicional, la intervención didáctica fue a cargo del profesor titular.

3. 6. ESCENARIO

El desarrollo de la investigación se llevó a cabo en las instalaciones del plantel

¹² Matutino, aunque el horario de clases de Biología para el grupo control fue de 9:00 a 11:00 horas; mientras que el grupo experimental tenía un horario de 11:00 a 13:00 horas.

¹³ En el apartado 4.1 del capítulo 4, se describen otros aspectos que muestran equivalencias parciales entre ambos grupos.

Azcapotzalco del Colegio de Ciencias y Humanidades, que forma parte del sistema de bachillerato de la UNAM. Se ubica sobre la avenida Aquiles Serdán 2060, esquina con Hacienda Sotelo en la Delegación Azcapotzalco al norte de la Ciudad de México (anexo 3). Específicamente, la aplicación de las actividades didácticas estructuradas para el trabajo cooperativo se realizó en el aula-laboratorio O-12 del edificio “O” (anexo 4).

Dicho espacio contaba con un área aproximada de 5 x 6 metros, equipada con seis mesas rectangulares de 85 x 120 cms. que permitían una distribución adecuada de seis alumnos por mesa; asimismo, había bases de madera fijadas en los muros laterales donde podían trabajar los alumnos. Además el lugar contaba con bancos suficientes, un pizarrón blanco, televisor, reproductor de DVD, pantalla fija, una ventilación adecuada y por lo general siempre se mantuvo limpio.

El único inconveniente fue la cantidad de luz natural disponible, pues a diferencia del resto de las aulas-laboratorios en todo el plantel que tienen como característica ventanas en los muros laterales, éste en particular, sólo tenía ventanas en un muro, lo que provocaba que hubiera escasez de visibilidad al interior; sin embargo, se utilizó la luz eléctrica en todas las sesiones para evitar este problema.

En general, las características del espacio donde se desarrolló la investigación ofreció las condiciones adecuadas para que se pudieran instrumentar las actividades programadas en la instrucción cooperativa; como señala Ferreiro (2004. 67-68) “cuando existe un ambiente favorable para aprender hace que los alumnos se sientan bien”. En este sentido, el salón de clases debe reunir una serie de condiciones físicas favorables, considerando la ventilación, la iluminación, la limpieza, el orden e incluso, el olor. En consecuencia, el espacio y el mobiliario fueron adecuados para la aplicación de las diferentes actividades de AC diseñadas previamente.

3. 7. INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN APLICADOS

Se seleccionaron, diseñaron y aplicaron una serie de instrumentos cuya función principal fue recabar la información pertinente para su posterior análisis e interpretación y contar con evidencias suficientes para determinar si se logró la solución al problema planteado, de los objetivos propuestos y la comprobación de la hipótesis de esta investigación. Además, se contó con instrumentos para identificar la percepción de los alumnos del grupo experimental en cuanto al desempeño de sus compañeros en grupos cooperativos y, de su propia participación en las actividades programadas para el cumplimiento de las tareas asignadas en cada sesión. También se obtuvo información sobre actitudes, valores y habilidades sociales que desarrollaron los alumnos durante el tratamiento.

Los instrumentos que se emplearon en esta investigación fueron los siguientes¹⁴:

- a) **Diagnóstico de antecedentes personales.** Se diseñó un primer cuestionario (anexo 5) para identificar los antecedentes personales y académicos de los alumnos del grupo experimental y grupo control, dicho instrumento fue de tipo semiestructurado con preguntas abiertas y cerradas (Bisquerra, 1996, p. 99; Kerlinger, 2002: 632-633).
- b) **Cuestionario de conocimientos sobre fotosíntesis.** El segundo instrumento que se diseñó, fue un test¹⁵ proyectivo de asociaciones libres de palabras (Bisquerra, 1996: 95-96). El formato de dicho instrumento fue la asociación de columnas entre tres conceptos teóricos básicos de fotosíntesis y una serie de frases alusivas al tema en cuestión. Es decir, se buscó que el alumno interpretara la información de las frases y determinará sus relaciones para alcanzar en lo posible la comprensión y no sólo el

¹⁴ Sólo se describen algunos instrumentos de recolección de datos que fueron suficientes para el análisis cuantitativo y cualitativo de los resultados antes, durante y después del tratamiento. Sin embargo, se aclara que no fueron los únicos instrumentos diseñados y aplicados durante la investigación. Más adelante, en el procedimiento de intervención en el grupo experimental se mencionan otros.

¹⁵ “Test” es un concepto cuya denominación se atribuye a Cattell, quien lo utilizó por primera vez en 1890, y que puede ser sinónimo de prueba (Bisquerra, 1996: 87).

conocimiento de los tres conceptos señalados. La complejidad de la asociación fue intencional en tanto que las frases corresponden a reacciones químicas o eventos específicos que ocurren durante el proceso de la fotosíntesis, de manera que se evitó el uso de un solo término o palabra como posible respuesta y asegurar que las asociaciones alcanzaran el nivel cognoscitivo de comprensión. Este instrumento se empleó como preprueba y posprueba, por tanto, se aplicó al grupo experimental y control en momentos diferentes para obtener datos y comparar en ambos grupos el aprendizaje y el dominio de conceptos teóricos y procesos metabólicos involucrados en la fotosíntesis. Es decir, la eficacia del modelo de enseñanza con actividades cooperativas *vs* instrucción tradicional.

En el diseño del instrumento se consideraron dos columnas, en la primera de ellas se colocaron tres conceptos teóricos que son básicos y generales de fotosíntesis; en la segunda columna se explicitan 14 frases. Específicamente, en las frases 1, 3, 4, 5, 8, 9, 10, 11, 12 y 13 se indican reacciones químicas o secuencias de procesos metabólicos que ocurren en la fotosíntesis; las frases 2 y 6 hacen referencia a requerimientos para que se realicen ciertas reacciones químicas en el proceso; y por último, en las frases 7 y 14 se aborda información sobre consecuencias evolutivas de la fotosíntesis (anexo 6).

- c) **Cuestionario de evaluación del trabajo en equipos cooperativos.** Se trató de un cuestionario estructurado de nueve preguntas cerradas con escalas de respuesta (Bisquerra, 1996: 99; Kerlinger, 2002: 632), que tuvo el propósito de identificar la percepción de los alumnos acerca de la forma en la que se desempeñó el equipo con el que trabajaron durante el tratamiento. Es decir, fue el instrumento para evaluar el control del trabajo en equipos cooperativos (anexo 7). El formato del cuestionario fue

una modificación a la adaptación de Brillhart, Galanes y Adams (2001: 381, citado por Díaz-Barriga y Hernández, 2002: 130). Las modificaciones fueron básicamente dos: primero se agregaron dos reactivos, el 1 y el 3 a diferencia del formato original y; segundo, se eliminó el reactivo 4 del formato original; por esta razón, aumento el número de reactivos de 8 a 9 y se modificó la secuencia de los mismos.

Dicho instrumento se aplicó sólo al grupo experimental al final de las tres primeras sesiones de trabajo cooperativo, debido a que los integrantes de los equipos no tenían asignado algún rol que desempeñar.

- d) **Cuestionario del desempeño de las funciones de los integrantes de cada equipo cooperativo.** Este instrumento también fue un cuestionario estructurado de nueve preguntas cerradas con escalas de respuestas (Bisquerra, 1996: 99; Kerlinger, 2002: 632), que tuvo el mismo propósito que el anterior, pero con algunas modificaciones. Se eliminaron los reactivos 1 y 3, el reactivo 2 paso a ser el 1, de manera que el reactivo 4 paso a ser el 2, así sucesivamente; específicamente, los reactivos 8 y 9 fueron elaborados para indicar el desempeño de las funciones de los integrantes de cada equipo, ya que durante las actividades que se desarrollaron en la cuarta sesión a los alumnos se les asignó un rol de trabajo. La aplicación del cuestionario fue sólo al grupo experimental (anexo 8).
- e) **Cuestionario de autoevaluación.** El instrumento fue un cuestionario semicerrado con una alternativa abierta (Bisquerra, 1996: 99), que se aplicó para evaluar el desempeño individual de los alumnos en el trabajo de equipos cooperativos, por lo tanto, se trató de una autoevaluación. Dicho cuestionario, además de considerar los datos personales de cada alumno, estaba integrado por 12 reactivos, los primeros 10 refieren al desempeño

y participación individual durante el desarrollo de las actividades de las estrategias de AC. El reactivo 11, se elaboró principalmente para conocer la parte afectiva de los alumnos sobre la apropiación significativa de nuevos conocimientos sobre el proceso de fotosíntesis. Por último, el reactivo 12 se diseñó para identificar el dominio de conceptos sobre el tema de fotosíntesis. La información de este reactivo además, permitió evaluar los avances en la comprensión del tema.

El formato del cuestionario fue una modificación a la idea de Schwartz y Pollishuke (1990, citados por Ferreiro, 2004: 137). Los cambios que se hicieron al formato original fueron dos: primero, se cambió la redacción del primer reactivo y; segundo, se agregaron los reactivos 11 y 12 (anexo 9). Este cuestionario se aplicó sólo al grupo experimental al final de cada una de las cuatro sesiones que duró el tratamiento.

Finalmente, los resultados de los cuestionarios diagnóstico, evaluación de trabajo en los equipos, desempeño de las funciones de los integrantes de cada equipo y de autoevaluación requirieron de un análisis cualitativo, que más adelante se describe.

3. 8. PROCEDIMIENTO

El procedimiento seguido durante este estudio, implicó transitar por dos momentos; primero para solicitar grupos para la investigación, seguido de sesiones previas al tratamiento para conocer a los alumnos de ambos grupos e informarles sobre el propósito del trabajo y la importancia de su participación y; en un segundo momento, para la aplicación de las sesiones de instrucción en el grupo control (modelo tradicional) y el grupo experimental (actividades basadas en el AC), donde se diseñaron e instrumentaron un conjunto de actividades para la consecución de los objetivos y la recolección de datos, que permitieron obtener las evidencias suficientes para

certificar la solución al problema planteado y el contraste de la hipótesis de trabajo de esta investigación. A continuación se describen las acciones realizadas previas al tratamiento:

3. 8. 1. SESIONES ANTECEDENTES

Inicialmente se tuvo contacto con el profesor titular de los dos grupos con los que se trabajó, donde se solicitó y formalizó su apoyo; además, se le indicó el objetivo de la investigación, las actividades a desarrollar, la forma y el momento de aplicación de los instrumentos diseñados en ambos grupos y los específicos para el grupo experimental. También, se le solicitó su aprobación para permitir la presencia del profesor-investigador como observador en al menos dos de las cuatro sesiones programadas en el grupo control¹⁶, para registrar la información sobre su estilo didáctico, las estrategias y técnicas desarrolladas para abordar el contenido de instrucción.

Sesión 1. Diagnóstico y encuadre

Debido a que ambos grupos recibían la clase de biología los días martes y jueves en la misma aula-laboratorio; el grupo control en el horario de 9:00 a 11:00 horas y el grupo experimental de 11:00 a 13:00. La primera intervención (que duro aproximadamente 15 minutos) del profesor-investigador en los dos grupos fue el mismo día (martes) una semana antes del tratamiento, el objetivo de esta acción fue:

- Obtener información y conocer algunos aspectos personales y antecedentes académicos de cada alumno, tanto del grupo control como del experimental.

Para cumplir con dicho objetivo se aplicó el cuestionario diagnóstico de antecedentes,

¹⁶ Por petición del profesor titular para evitar distractores en el desempeño de los alumnos del grupo, sólo autorizó la presencia del profesor-investigador en dos sesiones. Además, para fines de la investigación esta situación fue prudente, pues se evitó en la medida de lo posible provocar el fenómeno de la reactividad en los alumnos. Bisquerra (1996: 159), describe al fenómeno de la reactividad así: “muchos fenómenos cambian en el momento de ser observados. No podemos saber si lo que estamos observando sería lo mismo si no lo estuviéramos observando”.

que fue resuelto de manera individual. Esta acción permitió tener información sobre los estudiantes, la cual sirvió para identificar los aspectos equiparables entre los grupos antes de la experimentación y poder determinar qué aspectos podrían ser controlados o no durante el tratamiento y, asegurar en la medida de lo posible una mayor validez interna al diseño de la investigación y a sus resultados.

Cabe aclarar que inicialmente el número de alumnos del grupo experimental fue de 29; sin embargo, por cuestiones personales y la propia irregularidad en la asistencia de 6 de ellos, estos no participaron durante las sesiones de instrucción cooperativa, motivo por el cual, sólo se reportaron datos sobre 23 de los estudiantes del grupo. Mientras que el grupo control se mantuvo sin cambios en el número de participantes durante las sesiones programadas para la revisión del tema de fotosíntesis.

También, a partir de esta información se tuvo mayor certeza para agrupar a los alumnos del grupo experimental (por sexo, nivel académico, calificación en cursos previos de biología, condiciones socioeconómicas, etc.) y poder certificar que la formación de los equipos de AC durante las sesiones fuera heterogénea y se asegurara la equidad y la excelencia en el aprendizaje.

Sesión 2. Inducción

La segunda intervención fue inmediatamente en la siguiente sesión (jueves), sólo con el grupo experimental, que tuvo como propósito preparar a los alumnos para su participación en la instrucción cooperativa, es decir, se trató de *una sesión de inducción* para dar inicio al tratamiento, ya que no siempre cuando se trabaja en grupos se hace de forma cooperativa, pues en los grupos tradicionales suele suceder que los alumnos habilidosos son los que asumen el

liderazgo y sólo ellos se benefician de la experiencia a expensas de los miembros menos habilidosos. Por esta razón, es necesario enseñarles cómo trabajar en equipo y cómo desarrollar habilidades cooperativas (Ferreiro y Calderón, 2001: 75); que los estudiantes conozcan el valor del trabajo en equipos cooperativos para mejorar su rendimiento académico y sus habilidades sociales.

Los objetivos específicos de esta sesión fueron:

Los alumnos:

- Activarán el interés y la corresponsabilidad para el trabajo cooperativo.
- Conocerán la importancia del AC.
- Establecerán normas sociales para el trabajo en equipos cooperativos.

Para alcanzar los objetivos de esta sesión se realizaron dos actividades, la primera de ellas, se llevó a cabo fuera del aula-laboratorio y, la segunda actividad fue al interior. Estas acciones, sirvieron también para activar la parte afectiva en los alumnos y que valorarán la importancia del AC.

Actividad 1 (duración 60 minutos).

“La momia”

Dicha técnica se realizó fuera del aula-laboratorio y consistió en que el profesor-investigador seleccionó a un alumno(a) del grupo para que fuera vendado por sus compañeros de pies a cabeza; posteriormente, se trazaron dos líneas paralelas con gis de color a una distancia entre ambas de 10 metros. En seguida, se le indicó al grupo que la actividad consistía en que imaginaran que formaban parte del personal de un museo donde se exhibían artefactos egipcios muy antiguos y que era necesario hacer una modificación en las salas de exposición, por ello, se requería mover algunas cosas, entre ellas a una momia. Así, de forma individual cada alumno

tenía el compromiso de llevar a la momia de una sala a otra (líneas trazadas previamente) para su exhibición al público, pues el sitio en el que se encontraba no era el más adecuado. Sin embargo, existen ciertas recomendaciones por los expertos del museo: 1) se debe transportar a la momia sin que toque el suelo para evitar que se dañe y, 2) él o la encargada de trasladar a la momia no puede sujetarla con las manos, pero puede utilizar el resto de su cuerpo. De no seguir las indicaciones anteriores, pondrían en riesgo las condiciones de la momia y tendrían que volver a iniciar o a renunciar al compromiso.

Un segundo momento de esta actividad consistió en transportar a la momia, pero ya no de forma individual, sino ahora en equipos de cuatro alumnos (cada equipo fue formado por el profesor-investigador). Los equipos tenían que ajustarse a las recomendaciones hechas por los expertos del museo.

Finalmente, todo el grupo participó para transportar a la momia bajo las mismas reglas.

Una vez logrado el traslado de la momia de un sitio a otro con la participación de todos los alumnos, el grupo regresó al interior del aula-laboratorio, donde se les proporcionó un cuestionario para responder individualmente las siguientes preguntas:

¿Qué aprendieron de esta actividad?

¿Qué descubrieron de sí mismos?

¿Cuáles son las habilidades y destrezas que se desarrollaron durante la actividad?

¿Cómo puedes mejorar la cooperación en tus equipos durante las siguientes actividades?

Para cerrar la actividad, el profesor-investigador abrió un espacio para comentar con el grupo sobre lo sucedido a partir de las preguntas guía. Lo anterior, propició generar la confianza, tolerancia, respeto y corresponsabilidad entre los estudiantes y, al mismo tiempo, para que se sintieran parte del grupo y se interesaran para participar en equipos cooperativos, además, que

ellos comprendieran la importancia de trabajar bajo este modelo de instrucción.

Actividad 2 (duración 60 minutos).

Mediante una exposición oral y el apoyo de una presentación de imágenes fijas (anexo 10), el profesor-investigador explicó la importancia del AC, sus características y ventajas para el desempeño en clase. Posteriormente, los alumnos se numeraron del 1 al 6; los 1 formaron un equipo los 2 otro y así sucesivamente, es decir el trabajo fue en equipos informales (en esta sesión, la formación de equipos será al azar y no se asignarán roles a los integrantes).

Una vez organizado el grupo, a partir de la frase *todos debemos.....* cada equipo en su mesa discutió las normas que se ajustaran a la personalidad e interés de cada integrante, para posteriormente escribirlas en una cartulina y mostrarlas al grupo. Después de que cada equipo presentó su listado de normas sociales que consideró más importantes, el grupo en su totalidad determinó cuáles se repetían y por lo tanto esas serían las que integrarían el listado en común para todos (se sugirió que el listado no rebasara más de cinco normas sociales). Las normas sociales que estableció el grupo en esta actividad, fueron escritas en cartulina, la cual se pegó en un muro del aula-laboratorio y se exhibió para que los alumnos anotaran las normas establecidas y recordarán cuáles son las actitudes más adecuadas al trabajar en equipos cooperativos.

En este sentido, Echeita (1995), señala que “interactuar de manera eficaz con los demás no es una característica intrínseca de los humanos, ni aparecen las estrategias y habilidades necesarias para la interacción de forma mágica en nuestros encuentros con los demás” (citado por León del Barco, 2006). Por ello, las actividades descritas, se diseñaron e instrumentaron bajo el criterio de que en el AC no basta con dejar que los alumnos se pongan a trabajar en grupo o con promover la interacción entre ellos para obtener, de manera inmediata, unos efectos favorables sobre el desarrollo, la socialización y el aprendizaje. Lo importante no es la cantidad

de interacción sino la calidad de la misma y que los alumnos se corresponsabilicen en su desempeño para el éxito de las tareas asignadas.

Ahora bien, ya realizadas las acciones anteriores, se procedió a iniciar la intervención didáctica en ambos grupos elegidos en esta investigación. En el caso del grupo experimental la instrucción estuvo a cargo del profesor-investigador; mientras que en el grupo control las sesiones fueron coordinadas por el profesor titular.

Para facilitar la descripción de la intervención didáctica en los dos grupos, este se hará por separado, primero se detalla el diseño de las actividades de intervención en el grupo experimental y, posteriormente, se indica la información registrada por el profesor-investigador acerca de la forma de trabajo del profesor titular con el grupo control.

Sin embargo, lo que sí se puede indicar como algo en común es que en la primera sesión del tratamiento, a ambos grupos se les administró el cuestionario de conocimientos sobre fotosíntesis como preprueba para verificar la equivalencia inicial con respecto a sus conocimientos previos y el dominio de conceptos teóricos sobre el proceso de fotosíntesis.

3.8.2. DESCRIPCIÓN DE LAS ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA POR APRENDIZAJE COOPERATIVO

La intervención de instrucción cooperativa con el grupo experimental se programó para cuatro sesiones con una duración de dos horas cada una. En las siguientes cartas descriptivas se detallan las estrategias de aprendizaje cooperativo instrumentadas en las cuatro sesiones dedicadas a la enseñanza del proceso de fotosíntesis:

Cuadro 2. Intervención didáctica basada en AC: Primera sesión

Tiempo asignado: dos horas

CONTENIDOS	OBJETIVOS DE APRENDIZAJE	SITUACIONES DEL APRENDIZAJE	EVALUACIÓN
<p>Anabolismo: Fotosíntesis; generalidades del proceso de fotosíntesis y las rutas metabólicas involucradas.</p>	<p>Después de que en la sesión de inducción se aseguró en la medida de lo posible la creación de un ambiente favorable para el aprendizaje¹⁷. Se procedió a continuar con la fase de activación cognitiva de los alumnos a través una combinación de estrategias basadas en el AC, como una forma de dar a conocer al grupo qué tema se iba a abordar en esta y en las siguientes sesiones.</p> <p>Para ello, se plantearon los siguientes objetivos: Los alumnos:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Conocerán la orientación de la atención sobre el tema que se va aprender. ➤ Activarán sus esquemas cognoscitivos que movilicen sus conocimientos previos que son necesarios para la construcción de los nuevos. ➤ Identificarán al proceso de fotosíntesis como el tema central de estudio en ésta y en la sucesiva serie de sesiones de experiencia cooperativa. ➤ Reconocerán la importancia evolutiva del proceso de fotosíntesis para la diversificación de los sistemas vivos. ➤ Conocerán aspectos generales de la fotosíntesis. ➤ Resolverán un examen diagnóstico para identificar sus conocimientos previos sobre el proceso de fotosíntesis. ➤ Desarrollarán habilidades de interdependencia positiva e interacción promocional cara a cara. ➤ Desplegarán valores y actitudes propias del comportamiento en clase y la interacción entre cada alumno y sus compañeros de aula (tolerancia, respeto, puntualidad, orden y responsabilidad) 	<p>Actividad 1 (duración 30 minutos).</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Para iniciar la sesión, todos los alumnos leyeron con atención la siguiente frase mural: <p style="text-align: center;"><i>Nuestra vida en el planeta Tierra depende de la función de unos seres vivos muy especiales, que son capaces de fabricar su propio alimento (biomoléculas) a partir de la luz.</i></p> <p>Estrategia: Cabezas juntas</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ El profesor formó 5 equipos heterogéneos, integrados tres de ellos por 5 alumnos y dos por 4 alumnos cada uno (equipos informales). Cada equipo eligió un nombre distintivo. ➤ A los integrantes de cada equipo, se les pidió que juntaran sus cabezas para analizar el contenido de la frase mural (se puso música adecuada para favorecer una concentración óptima de la atención) y, al mismo tiempo respondieran las siguientes preguntas: ¿Cuál es significado de esta información?, ¿Qué proceso biológico está involucrado en la información en la frase? Y ¿Qué opinan ustedes? ➤ Después se le pidió a cada equipo, que un integrante comentara las respuestas a las que llegaron sobre la información contenida en la frase. ➤ Por último, el profesor-investigador dio una retroalimentación al grupo sobre la información presentada en el mural. <p>Actividad 2 (duración 15 minutos).</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Los alumnos resolvieron el cuestionario de conocimientos sobre fotosíntesis como preprueba de forma individual, cuya información sirvió, primero, para identificar sus conocimientos previos y, segundo, para contrastar con los resultados del mismo cuestionario aplicado como posprueba al final del tratamiento, a través del análisis estadístico. <p>Actividad 3 (duración 5 minutos).</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ El profesor-investigador hizo la presentación del objetivo de aprendizaje que propone el Programa Institucional de Biología III: <p>Actividad 4 (duración 25 minutos).</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Se realizó una exposición por parte del profesor-investigador sobre la importancia evolutiva y aspectos generales del proceso de la fotosíntesis. ➤ Todos los alumnos anotaron en su libreta, la información que consideraron más importante del contenido de la exposición. <p>Actividad 5 (duración 45 minutos).</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Se proyectó el video educativo: Fotosíntesis: Viendo la luz¹⁸. ➤ Todos los alumnos anotaron en su libreta, la información que consideraron más importante del contenido del video. <p>Estrategia: Los periféricos</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Los alumnos trabajaron en los equipos ya formados anteriormente (no se asignaron roles en los equipos), para procesar y resumir la información transmitida en la exposición y en el video. ➤ En seguida, los equipos elaboraron un cartel con cinco mensajes cortos y atractivos visualmente (dibujos o símbolos) que contenían las conclusiones o puntos más relevantes de la información que consideró cada equipo; dichos carteles se pegaron en los muros del aula-laboratorio. ➤ Todos los alumnos del grupo recorrieron el aula para leer el contenido de los diferentes carteles e indicar si estaban de acuerdo con el contenido de cada uno de ellos. De no ser así, señalaron cuál presentaba errores e indicaron directamente a los integrantes del equipo que elaboró dicho cartel, como una forma de retroalimentación. La información presentada en los carteles sirvió a cada alumno para completar sus notas en sus cuadernos. Esta estrategia, cumple con el segundo y tercer momento de una clase de AC (cap. 1, apartado 1.7.3.), que según Ferreiro (2004: 54) "es el momento de la orientación de la atención de los alumnos y, el de recapitulación". ➤ Por último, los alumnos resolvieron el cuestionario de evaluación del trabajo en equipos cooperativos y el de autoevaluación. 	<p>Actividad 1.</p> <p>La evaluación de la actividad fue por equipo, de acuerdo a las respuestas presentadas por cada uno de ellos.</p> <p>Actividad 2.</p> <p>Para evaluar la actividad anterior, el profesor revisó cada uno de los carteles, de modo que cada una de las cinco frases tenía un valor de 2 punto, por lo tanto, si todas las frases eran correctas el equipo se haría merecedor de una calificación de 10; por cada error se restaría un punto. Dichas calificaciones y las obtenidas en el resto de las actividades desarrolladas en las siguientes tres sesiones se registraron en una tabla elaborada previamente (anexo 11). Estas puntuaciones se entregaron al profesor titular para considerarlas en la evaluación final del curso, si así lo creía conveniente.</p>

¹⁷ Uno de los momentos para que la clase se considere verdaderamente de AC, el resto se indican en el capítulo 1, específicamente, en el apartado 1.7.3. Sin embargo, a lo largo de la descripción de las actividades realizadas en las sesiones de intervención experimental, se detalla la presencia de todos estos momentos que permitieron asegurar que la estructura de enseñanza estuvo basada en el AC.

¹⁸ Este video junto con los empleados en las siguientes sesiones, no estaban disponibles en la red en el momento del tratamiento, actualmente, se pueden consultar en: www.youtube.com/user/VIDEOCIENCIAS.

Cuadro 3. *Intervención didáctica basada en AC: Segunda sesión**Tiempo asignado: dos horas*

CONTENIDOS	OBJETIVOS DE APRENDIZAJE	SITUACIONES DEL APRENDIZAJE	EVALUACIÓN
FOTOSÍNTESIS; NATURALEZA DE LA LUZ; PIGMENTOS FOTOSINTÉTICOS; REACCIONES LUMÍNICAS; FOTOFOSFORILACIÓN Y QUIMIÓSMOSIS.	Los alumnos: <ul style="list-style-type: none"> ➤ Conocerán la naturaleza de la luz y su efecto en la fotosíntesis. ➤ Identificarán los pigmentos principales que participan en la fotosíntesis. ➤ Comprenderán que a través de las diferentes rutas metabólicas implicadas en las reacciones lumínicas de la fotosíntesis, se transforma la energía luminosa en energía química. ➤ Procesarán mucha información en poco tiempo. ➤ Desarrollarán habilidades de interdependencia positiva e interacción promocional cara a cara. ➤ Desplegarán valores y actitudes propias del comportamiento en clase y la interacción entre cada alumno y sus compañeros de aula (tolerancia, respeto, puntualidad, orden y responsabilidad). 	<p>Actividad 1 (duración 25 minutos).</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ El profesor-investigador realizó una exposición sobre la naturaleza de la luz y los pigmentos fotosintéticos. ➤ Todos los alumnos anotaron en su libreta, la información que consideraron más importante del contenido de la exposición. <p>Actividad 2 (duración 15 minutos).</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Se proyectó el video educativo: Fotosíntesis: Absorbiendo la luz. ➤ Todos los alumnos anotaron en su libreta, la información que consideraron más importante del contenido del video. <p>Actividad 3 (duración 80 minutos).</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ El profesor formó 5 equipos heterogéneos, 3 de 6 integrantes y 2 de 5 integrantes cada uno, es decir, el trabajo se realizó en equipos formales. Cada equipo estuvo conformado por alumnos de nivel alto, medio y bajo (en rendimiento académico u otro tipo de habilidad). No se asignaron roles o funciones específicas a los integrantes de cada equipo. Cada equipo eligió un nombre distintivo. ➤ Los alumnos realizaron una lectura, la cual permitió que dispusieran de la información más relevante y detallada de la fase de reacciones lumínicas de la fotosíntesis (anexo 12). La lectura se dividió en 5 secciones, de modo que cada alumno se encargó de estudiar una parte; en algunos equipos un alumno trabajó dos secciones. <p>Estrategia: Rompecabezas III (Jigsaw) de Aronson y cols. (1975, 1978 y 1980).</p> <p>Para su diseño y aplicación se consideraron algunos rasgos de sus variantes, pues existen tres versiones reportadas de esta estrategia¹⁹.</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Los miembros de los distintos equipos que estudiaron lo mismo se reunieron en "grupos de expertos" para discutir sus secciones. ➤ Cada experto regreso a su equipo de origen para compartir y enseñar su sección respectiva a sus compañeros. <p>La estrategia permitió que los alumnos promovieran motivación e interés por el trabajo de los otros, asegurándose igualmente la responsabilidad individual de cada miembro del equipo. Lo anterior, es debido a que la única forma que tienen los estudiantes de aprender las otras secciones de la lectura que no sean las suyas, consiste en escuchar atentamente a sus compañeros de equipo. Por tanto, ninguno de ellos hubiese podido aprender la información de la lectura sin la ayuda de los otros compañeros y, además, cada uno tenía una única y esencial contribución que hacer para el buen desarrollo de la estrategia y, en beneficio propio y del equipo. De manera, que fue posible aumentar la autoestima de los alumnos, influir en su rendimiento escolar, disminuir la competencia e individualismo y reconocer a sus compañeros como fuentes de aprendizaje.</p> <p>Además en esta estrategia, se cumplieron con los cinco momentos que deben estructurar una clase de AC (Ferreiro, 2004: 54): orientación de la atención de los alumnos; recapitulación de lo que se aprende; procesamiento de la información; interdependencia social positiva y; evaluación y celebración de los resultados.</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Por último, los alumnos resolvieron el cuestionario de evaluación del trabajo en equipos cooperativos y el de autoevaluación. 	<p>Actividad 3.</p> <p>Para evaluar el trabajo de los equipos cooperativos, se diseñó y aplicó de forma individual un cuestionario con una serie de 10 reactivos de opción múltiple a nivel de comprensión, cuyo referente fue la información que contenía la lectura (anexo 13); después de calificar el examen entre todo el grupo, se promedió la calificación más alta con la más baja en cada equipo para obtener la calificación de todos los integrantes del grupo. El propósito del instrumento de evaluación fue verificar la eficacia de la estrategia para la adquisición y dominio de conceptos teóricos y de reacciones químicas involucradas en la fase lumínica de la fotosíntesis.</p>

¹⁹ Rompecabezas I, de Aronson y otros, 1975; Aronson y otros, 1978 y Aronson y Osherow, 1980. Rompecabezas II, modificación del rompecabezas I hecha por Slavin, 1986b (citados en Ovejero, 1990: 169) y Rompecabezas III, reportada por Ferreiro y Calderón (2001: 78).

Cuadro 4. Intervención didáctica basada en AC: Tercera sesión

Tiempo asignado: dos horas

CONTENIDOS	OBJETIVOS DE APRENDIZAJE	SITUACIONES DEL APRENDIZAJE	EVALUACIÓN
<p>FOTOSÍNTESIS; REACCIONES OSCURAS; CICLO DE CALVIN- BENSON; FOTORESPIRACIÓN; PLANTAS C3, C4 Y CAM.</p>	<p>Los alumnos:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Comprenderán que a través de las diferentes rutas metabólicas implicadas en las reacciones oscuras de la fotosíntesis, se transforma la energía química en materia orgánica. ➤ Identificarán que existen diferencias en la fijación de CO₂, en plantas C₃, C₄ y CAM. ➤ Procesarán mucha información en poco tiempo. ➤ Desarrollarán habilidades de interdependencia positiva e interacción promocional cara a cara. ➤ Reconocerán la importancia de la responsabilidad y la valoración personal en el AC. ➤ Desplegarán valores y actitudes propias del comportamiento en clase y la interacción entre cada alumno y sus compañeros de aula (tolerancia, respeto, puntualidad y orden). 	<p>Actividad 1 (duración 15 minutos)</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Se proyectó el video educativo: Fotosíntesis: La reacción luminosa. ➤ Todos los alumnos anotaron en su libreta, la información que consideraron más importante del contenido del video. <p>Actividad 2 (duración 35 minutos)</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Los alumnos trabajaron en los mismos equipos que se formaron para la actividad 3 de la sesión anterior (equipos formales). No se asignaron roles o funciones específicas a los integrantes de cada equipo. ➤ Cada equipo eligió un color entre los propuestos por el profesor-investigador, que fue su distintivo, posteriormente los integrantes de todos los equipos realizaron la lectura sobre las reacciones oscuras de la fotosíntesis (anexo 14). <p>Estrategia "Rompecabezas II" (Jigsaw II) modificación del Jigsaw de Aronson y cols., hecha por Slavin.</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Los integrantes de todos los equipos leyeron la misma lectura. Después discutieron y sintetizaron el contenido, para que, posteriormente cada alumno enseñara el contenido y sus implicaciones a sus compañeros de equipo; de manera, que todos aportaron su propia interpretación del texto para integrarlo en una sola. <p>Esta estrategia, a su vez se adaptó en esta investigación por las características del material con el que se trabajó. Por ello, todo el grupo leyó la misma lectura y no se realizaron exposiciones de los equipos ante el grupo; lo anterior difiere de la propuesta hecha por Slavin (1989b, citado en Ferreiro y Calderón, 2001: 78) donde se pide que los equipos formados realicen diferentes lecturas, se discuta y enseñe la información entre los integrantes y después la presenten al grupo, de manera que cada equipo expondrá distinta información.</p> <p>Actividad 4 (duración 70 minutos).</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Se realizó una exposición por parte del profesor-investigador sobre las variantes de fijación de CO₂ en plantas C₃, C₄ y CAM; así como, los factores que afectan el proceso de fotosíntesis. ➤ Todos los alumnos anotaron en su libreta, la información que consideraron más importante del contenido de la exposición. <p>Estrategia: Rally de conocimientos.</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Después de la lectura individual y la exposición del profesor-investigador, los equipos discutieron, procesaron y sintetizaron la información. ➤ Transcurrido el tiempo, cada equipo recibió un sobre sellado del color distintivo elegido anteriormente, que contenía instrucciones y una serie de 10 reactivos elaborados a partir de la información de la lectura y la exposición (anexo 15). ➤ El sobre se abrió hasta que se el profesor-investigador lo indicó. ➤ Una vez que se abrieron los sobres cada equipo organizó las tarjetas con las preguntas del 1 al 10. ➤ En seguida, respondieron las preguntas en el orden correspondiente con bolígrafo o lápiz, es decir, contestaron la pregunta 1 y entregaron la respuesta junto con el conector (algún objeto o acción que debía realizar cada equipo, por ejemplo, entregar una flor roja, elaborar un barco de papel, escribir la fórmula de alguna molécula, elaborar un acróstico, etc.) al profesor-investigador. <p>No se recibieron respuestas sin conector y viceversa. En cuanto se tenía la respuesta y el conector, cada equipo los entregaba inmediatamente para continuar con la siguiente pregunta y así sucesivamente hasta contestar todas. Esta serie de actividades, además de ser divertidas y fomentar la corresponsabilidad de todos los integrantes en cada equipo, permitió cubrir cinco momentos de una clase de AC (los mismos de la sesión anterior). Además, se activaron actitudes de trabajo en equipo y se eliminaron las de orientación individualista-competitiva, pues cada alumno realizó su aportación en concordancia con las aportaciones de los demás, lo que facilitó el desarrollo y consecución de la tarea.</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Finalmente, cada alumno contestó el cuestionario de evaluación del trabajo en equipos cooperativos y el de autoevaluación. 	<p>Actividad 4.</p> <p>Para evaluar, se asignó un puntaje a cada equipo con base en un resultado general y, este puntaje se le asignó a cada integrante. El rally estaba constituido de 5 series de 10 preguntas (una serie por equipo), por lo que el total de preguntas fue de 50, en consecuencia, 50 respuestas con un valor de un punto cada uno. El total de aciertos se dividió entre 5 (número de equipos); lo que resultó de la operación, fue la calificación para el equipo y para sus integrantes; es decir, la calificación fue la misma para todo el grupo. Así, se pudo evaluar el dominio de conceptos teóricos y reacciones químicas involucradas en la fase oscura de la fotosíntesis; además, demostraron su comprensión de la importancia de la evolución metabólica de la fotosíntesis para la diversificación de sistemas vivos, a través de identificar las variantes entre plantas C₃, C₄ y CAM en cuanto a los mecanismos para la fijación del CO₂.</p>

Antes de iniciar con la descripción de actividades de la última sesión del tratamiento, es importante señalar que hasta la tercera sesión, en la estrategia de intervención cooperativa se consideraron secuencias de actividades donde la mediación social del profesor-investigador entre el contenido de aprendizaje y los alumnos consistió en dar instrucciones, supervisar el trabajo en los equipos cooperativos y para exponer de manera breve información relevante sobre el tema.

Este aspecto cambió durante el desarrollo de la cuarta y última sesión del tratamiento, pues la participación del profesor-investigador sólo fue para controlar la disponibilidad y el uso adecuado del material de apoyo; asimismo, supervisar el desempeño de los alumnos en el AC. De manera que se privilegió una experiencia de aprendizaje en el que la interacción alumno-alumno fue determinante para que los estudiantes se condujeran de forma autónoma para la construcción social de los aprendizajes. Además, en la estructura de actividades de esta sesión se buscó cumplir con todos los momentos que deben considerarse en una clase de AC, es decir, los alumnos también transitaron por el momento de reflexión, donde le dieron sentido y significado a la información transmitida por el profesor-investigador sobre el proceso de fotosíntesis, conocimientos que aplicaron al realizar la actividad de laboratorio.

Cuadro 5. Intervención didáctica basada en AC: Cuarta sesión

Tiempo asignado: dos horas

CONTENIDOS	OBJETIVOS DE APRENDIZAJE	SITUACIONES DEL APRENDIZAJE	EVALUACIÓN																					
<p>ANABOLISMO: FOTOSÍNTESIS; FACTORES AMBIENTALES QUE AFECTAN EL PROCESO DE FOTOSÍNTESIS</p>	<p>Durante esta sesión, se instrumentó una actividad de laboratorio donde se precisaba la aplicación por parte de los alumnos de los aprendizajes adquiridos durante las sesiones anteriores, de manera que a partir de un problema tenían que diseñar el montaje de su experimento e indicar los materiales más adecuados para desarrollar su trabajo.</p> <p>Para ello, se plantearon los siguientes objetivos: Los alumnos:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Identificarán algunos factores ambientales que afectan reacciones químicas involucradas en el proceso de la fotosíntesis. ➤ Desarrollarán habilidades de interdependencia positiva e interacción promocional cara a cara. ➤ Reconocerán la importancia de la responsabilidad y la valoración personal en el AC. ➤ Desplegarán habilidades interpersonales y manejo de grupos pequeños. ➤ Reflexionarán para el procesamiento grupal de la información. ➤ Desplegarán valores y actitudes propias del comportamiento en clase y la interacción entre él y sus compañeros de aula (tolerancia, respeto, puntualidad y orden). 	<p>Actividad 1 (duración 120 minutos).</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Los alumnos trabajaron en los equipos que se formaron la sesión anterior (equipos formales). Se asignaron roles a cada integrante, para llevar a cabo funciones específicas. La información que especifica las funciones de los distintos roles, se le dio por escrito a cada equipo (anexo 16) para que al interior, fueran los mismos alumnos quienes eligieran o sortearan un rol para cada integrante. <p>Estrategia: Investigación en grupo (group investigation) de Sharan, Sharan y cols.</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Todos los integrantes de los equipos leyeron con atención la siguiente información: <p style="text-align: center;">¿Qué factores afectan a la fotosíntesis?</p> <p>Las moléculas de agua actúan como fuente de electrones en las reacciones lumínicas. Los productos que resultan son iones de hidrógeno y gas oxígeno. El oxígeno es uno de los productos finales de la fotosíntesis. Dado que el oxígeno es levemente soluble en el agua, es posible observar las burbujas de este gas que forman las plantas acuáticas, como la <i>elodea</i> (planta C3), a medida que llevan a cabo la fotosíntesis. Midiendo la tasa a la que se forman las burbujas, puedes medir la tasa de la fotosíntesis.</p> <p>Objetivos de la experiencia de laboratorio: Los alumnos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Identificarán un factor que afecte la fotosíntesis en la <i>elodea</i>. • Predecirán cómo ese factor afectará la tasa de fotosíntesis. • Medirán la tasa de fotosíntesis. <p>Problema</p> <p style="text-align: center;">¿Qué colores de la luz son más efectivos en la fotosíntesis? ¿Qué factores ambientales, como la temperatura y la disponibilidad de CO₂ afectan la tasa de la fotosíntesis en las plantas acuáticas?</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Cada equipo escogió un factor de los tres señalados, que pudiera afectar la tasa de la fotosíntesis. ➤ Los equipos plantearon una hipótesis de cómo el factor ambiental elegido podía afectar la tasa de la fotosíntesis. Cada equipo se aseguró de considerar los factores que pudieran cambiar fácilmente con la planta acuática <i>elodea</i>, que se coloca en los acuarios. <p>Materiales</p> <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 33%;">- Matraz de 250 ml</td> <td style="width: 33%;">- Parrilla eléctrica</td> <td style="width: 33%;">- Soporte universal con abrazadera</td> </tr> <tr> <td>- 3 ramas de <i>elodea</i></td> <td>- Agua</td> <td>- Lámpara estilo reflector con foco de 150 watts</td> </tr> <tr> <td>- Cuerda o listón</td> <td>- Hielo</td> <td>- Solución de carbonato de hidrogeno de sodio al 0.25%</td> </tr> <tr> <td>- Arandelas o monedas</td> <td>- Termómetro</td> <td></td> </tr> <tr> <td>- Vaso de precipitado de 1000ml</td> <td>- Celofán de varios colores</td> <td></td> </tr> <tr> <td>- Regla</td> <td>- Reloj con segundero</td> <td></td> </tr> <tr> <td>- Una hoja milimétrica</td> <td>- Dos lápices de color</td> <td></td> </tr> </table> <p>Planeación del experimento</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Los integrantes de cada equipo estudiaron la imagen que se les presentó para el montaje básico en la medición de la fotosíntesis en <i>elodea</i>, y decidir de qué manera el equipo podría modificar este montaje para medir el factor que eligieron. 	- Matraz de 250 ml	- Parrilla eléctrica	- Soporte universal con abrazadera	- 3 ramas de <i>elodea</i>	- Agua	- Lámpara estilo reflector con foco de 150 watts	- Cuerda o listón	- Hielo	- Solución de carbonato de hidrogeno de sodio al 0.25%	- Arandelas o monedas	- Termómetro		- Vaso de precipitado de 1000ml	- Celofán de varios colores		- Regla	- Reloj con segundero		- Una hoja milimétrica	- Dos lápices de color		<p>Actividad 1.</p> <p>La evaluación de la actividad se hizo a partir de las conclusiones y el reporte de la actividad que presentó cada equipo.</p>
- Matraz de 250 ml	- Parrilla eléctrica	- Soporte universal con abrazadera																						
- 3 ramas de <i>elodea</i>	- Agua	- Lámpara estilo reflector con foco de 150 watts																						
- Cuerda o listón	- Hielo	- Solución de carbonato de hidrogeno de sodio al 0.25%																						
- Arandelas o monedas	- Termómetro																							
- Vaso de precipitado de 1000ml	- Celofán de varios colores																							
- Regla	- Reloj con segundero																							
- Una hoja milimétrica	- Dos lápices de color																							

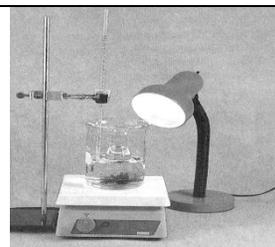


Fig. 1 Montaje del experimento

➤ El profesor-investigador realizó el montaje básico como un control (fig. 1), donde los alumnos pudieron comparar el factor que estaban probando. Este control tuvo la característica de considerar las condiciones óptimas para que realice la fotosíntesis la planta acuática *elodea*. Antes de iniciar el experimento, cada equipo tomó en cuenta todos los factores que creyeron podían afectar la tasa de fotosíntesis. Todos estos factores, con excepción del que probaron, los mantuvieron constantes a lo largo del experimento, es decir, sólo modificaron el factor con el que experimentaron.

- Un integrante de cada equipo amarró suavemente las ramas de la *elodea* a la moneda y las colocó en la solución de agua de cal dentro del vaso de precipitado de manera que las plantas quedaran bajo la solución. El agua de cal provee de CO_2 para las plantas de acuario.
- El profesor-investigador pasó a supervisar el montaje en cada equipo, para asegurarse que las condiciones eran las adecuadas para la experimentación, de manera que correspondiera con el factor que se estaba probando.
- Una vez que todos los equipos realizaron el montaje, el profesor-investigador dio la orden para llevar a cabo el experimento.
- Desde el inicio, un integrante de cada equipo registró el número de burbujas de oxígeno que se formaron en el experimento y otro compañero en el control cada 5 minutos, durante un periodo de 25 minutos. Los equipos se aseguraron en todo momento de tomar en cuenta el control.
- Cada equipo diseñó y construyó una tabla en la que registraron los datos obtenidos cada 5 minutos.
- Al término del experimento, cada equipo respondió las siguientes preguntas:

¿Qué condiciones mantuvieron constantes durante el experimento?, ¿Qué condición variaron?
¿De dónde aparecieron las burbujas de oxígeno?

Además, explicaron cómo el número de burbujas les da una medida de la tasa de fotosíntesis.

- Con los datos obtenidos del conteo, los equipos hicieron una gráfica con la tasa de fotosíntesis (número de burbujas de oxígeno) por tiempo (cada 5 minutos), para el factor que probaron experimentalmente y el control. Escribieron una o dos frases que explicara la gráfica.
- Cada equipo concluyó a partir de la siguiente pregunta:

¿Respaldaron los datos obtenidos su hipótesis inicial? ¿Por qué?

- Después de realizada la actividad un miembro de cada equipo pasó a exponer sus análisis y conclusiones de acuerdo al factor elegido y a la hipótesis inicial.
- Cada equipo entregó una semana después al profesor-investigador por escrito: la hipótesis a comprobar, los datos obtenidos, la gráfica, el análisis y las conclusiones. Además, cada alumno entregó el formato donde hicieron sus observaciones de acuerdo al rol que le correspondía en el equipo (anexo 17).
- Por último, los alumnos de forma individual resolvieron el cuestionario de conocimientos sobre fotosíntesis como posprueba que fue el mismo instrumento que se utilizó como preprueba. Después de resolver el instrumento, contestaron el cuestionario del desempeño de las funciones de los integrantes de cada equipo y de control de trabajo en equipos cooperativos (sólo en esta sesión); posteriormente, respondieron el cuestionario de autoevaluación del desempeño en equipos cooperativos.

Durante el desarrollo de la actividad de laboratorio, surgieron algunas contingencias, por lo que en dos equipos no se lograron obtener datos durante la experimentación, de manera que no pudieron comprobar sus hipótesis; sin embargo, a partir de los conocimientos que construyeron los alumnos en las sesiones anteriores, pudieron interpretar lo que se esperaba que observarían en el experimento e inferir posibles resultados, es decir, se cumplió con el último momento de una clase cooperativa, pues los alumnos reflexionaron y dieron sentido y significado a lo que aprendieron para poder aplicar lo aprendido. Lo anterior, permitió que en sus reportes de práctica los equipos pudieran expresar ideas y especular conclusiones sobre la tarea realizada. También, los alumnos entregaron sus observaciones con respecto al rol que les fue asignado durante el desarrollo de esta última actividad. Igualmente, se cubrieron con los elementos que integran una clase de AC, incluso, en los equipos se tomaron decisiones, se argumentaron las ideas, se dio en todo momento la interdependencia positiva, la comunicación cara a cara, responsabilidad individual y, habilidades personales y de grupo pequeño. Además, al asignar roles a los miembros de cada equipo, se elevó el grado de igualdad entre ellos. Estos aspectos, son precisamente los que se pretenden en la construcción social del conocimiento y, por lo tanto, el objetivo de una estructura cooperativa.

Por otro lado, fue importante que el profesor-investigador y los propios alumnos estuvieran al tanto del funcionamiento adecuado de la estructura cooperativa en el salón durante todo el tratamiento. Consecuentemente, se diseñó una tabla de registro de clase (anexo 18), en la que el profesor-investigador realizó las anotaciones en función al desempeño de los equipos cooperativos ante las tareas asignadas durante las sesiones que duró el tratamiento. En dicha tabla, se consideraron los criterios para indicar cuándo el trabajo en los equipos cooperativos no fue el adecuado o la interdependencia positiva no se estaba dando. Para la estructura del formato

de esta hoja de registro, se retomaron los rubros propuestos por Díaz-Barriga y Hernández (2002: 115) y se agregaron tres más. Además, durante toda la instrucción no se les solicitó a los alumnos una revisión de apuntes extraclase o la realización de tareas, de manera que todo el conocimiento que los alumnos lograron se construyó en la interacción en clase.

En general, en el diseño y aplicación de las estrategias de enseñanza basadas en el AC, que se describieron anteriormente, se abrieron permanentemente espacios para que no sólo existieran interacciones profesor-alumno, sino también alumno-alumno, lo cual dio como producto que los alumnos operaran en zonas de desarrollo próximo (ZDP²⁰). Es decir, se colocaron a los estudiantes en situaciones en las que dispusieron del apoyo de compañeros o del profesor-investigador. En otras palabras, los alumnos fueron guiados mediante explicaciones o por el AC con otros para tener mayor oportunidad de construcción del conocimiento que el que pudieran haber logrado por sí solos, incluso en la cuarta sesión el trabajo de los alumnos fue de forma autónoma con respecto a la intervención del profesor-investigador. En consecuencia, la ZDP posibilitó que los estudiantes pudieran aprender en la interacción social con los demás.

Asimismo, la propia dinámica al interior de cada equipo y el tipo de actividades, motivó una interacción entre iguales donde el uso adecuado del lenguaje funcionó para organizar el pensamiento y el discurso acerca de las tareas que debían resolver.

3.8.3. DESCRIPCIÓN DE LA INTERVENCIÓN DOCENTE EN EL GRUPO CONTROL

Para tener evidencias confiables del trabajo realizado en el grupo control durante la intervención didáctica del profesor titular, donde empleó el modelo de enseñanza tradicional, fue necesario que el profesor-investigador estuviera presente en las sesiones de instrucción (sólo en dos, por razones que ya se explicaron anteriormente). Esto fue posible porque el horario de clase

²⁰ En el apartado 1.6. del capítulo 1 se describe brevemente el concepto de zona de desarrollo próximo (ZDP).

de 9:00 a 11:00 horas, lo permitió.

Al inicio de la primera sesión, el profesor titular presentó el contenido de aprendizaje y los objetivos que se pretendían alcanzar a lo largo de las cuatro sesiones destinadas para dicho propósito. Posteriormente, se aplicó el cuestionario de conocimientos sobre fotosíntesis como preprueba a los alumnos (como ocurrió el mismo día al grupo experimental). Instrumento que también auxilió al profesor para identificar los conocimientos previos de sus estudiantes.

Una vez realizada esta actividad, las intervenciones posteriores fueron responsabilidad del profesor titular, cuya descripción general es la siguiente:

En las sesiones observadas, el profesor titular tuvo un manejo adecuado de los contenidos, tenía una planeación de las actividades realizadas en clase, respetó los objetivos de aprendizaje marcados en el programa institucional, empleó de forma correcta los materiales de apoyo y propició en algunas ocasiones que los alumnos participaran en clase; sin embargo, no se utilizó el trabajo cooperativo, eligiendo el profesor técnicas de trabajo que incluían exposición frontal, trabajo en parejas o en algunas actividades como de laboratorio, el trabajo fue grupal, en el cual los alumnos sólo se reunieron en equipos para resolver las tareas asignadas, pero sin una organización de trabajo, donde fue evidente que el trabajo lo realizaron los alumnos más comprometidos con sus aprendizajes. Situación que promovió experiencias de aprendizaje individualistas y competitivas.

La intervención fue básicamente expositiva con el apoyo de notas en el pizarrón y en mayor medida del uso de presentaciones con imágenes fijas, aspecto que inicialmente resultó atractivo para los alumnos, pero que con el transcurso de las sesiones se fue convirtiendo en algo monótono y aburrido. De cualquier forma, las actividades siguieron una secuencia adecuada. Además de lo realizado en clase, el profesor solicitaba tareas extraclase para contar

con información de diversas fuentes y que los alumnos pudieran reforzar los aprendizajes, así como, también argumentar sus participaciones en clase. Acción que también, generó individualismo y competencia.

Con respecto a los alumnos, en ninguna de las sesiones observadas en el grupo control se apreció el uso de tutorías espontáneas entre alumnos, es decir, no hubo apoyo entre iguales durante el desarrollo de las tareas en clase. También se observó escasa organización de los alumnos para realizar las actividades grupales o individuales, fue el profesor titular quien les señaló la forma de organizarse. Asimismo, hubo ausencia de autoevaluaciones en los alumnos.

En resumen, las dos sesiones observadas en el grupo control se caracterizaron por el uso de un método de intervención próximo al modelo de enseñanza tradicional, con alto énfasis en el rol del profesor como organizador y controlador del escenario áulico y mínima participación de los alumnos. Es decir, el rol del alumno fue pasivo en el mayor tiempo de las sesiones, por lo que sólo se concretó a recibir la información que transmitía el profesor titular de forma verbal (aún con el uso de imágenes). Además, las experiencias de aprendizaje fueron en un entorno más individualista y competitivo que cooperativo. Situación que se prevé fue una constante en las dos siguientes sesiones.

Finalmente, en presencia del profesor-investigador se les aplicó a los alumnos la posprueba como actividad de cierre al final de la cuarta sesión (esto también sucedió en el grupo experimental, el mismo día). Con la intención de contar con información suficiente para ser analizada en conjunto con los datos obtenidos en la preprueba. Las comparaciones de resultados en ambos grupos fueron a través de la aplicación de pruebas estadísticas que se describen en el siguiente apartado.

3. 9. PRUEBAS ESTADÍSTICAS

Posterior a la intervención se realizó el análisis estadístico de los datos obtenidos del cuestionario de conocimientos sobre fotosíntesis y las rutas metabólicas involucradas; dicho instrumento sirvió como preprueba - posprueba y fue aplicado en el grupo experimental y control para comprobar si existieron cambios significativos en ambos grupos. Asimismo, poder comparar lo que los alumnos del grupo experimental sabían sobre fotosíntesis antes del tratamiento y los avances obtenidos después de participar en grupos cooperativos y contrastar con el grupo control. Es decir, averiguar la efectividad de una enseñanza basada en AC sobre un modelo tradicional.

Se eligieron tres pruebas estadísticas para calcular valores específicos de los datos derivados de la preprueba y posprueba, y poder concluir con base al análisis estadístico lo que ocurrió en el grupo experimental y en el grupo control. Las pruebas estadísticas que se aplicaron en esta investigación fueron: W de Shapiro-Wilk, t de Student para muestras pareadas y t de Student para muestras independientes.

En la interpretación de los valores obtenidos en las pruebas estadísticas, se consideró el valor de p , pues en la estadística aplicada los usuarios han adoptado de forma extensa la aproximación del valor p . La aproximación se diseña para dar al investigador una alternativa a la simple conclusión de “rechazo” o “no rechazo” de hipótesis. Es decir, que en lugar de decir que un valor observado de la estadística de prueba es significativo o no significativo, muchos investigadores prefieren informar la probabilidad exacta de obtener un valor tanto o más extremo que el valor calculado en realidad, si la hipótesis nula es cierta.

Cabe mencionar que para el valor p la regla general que se sigue es: *Si el valor p es menor o igual que α , es posible rechazar la hipótesis nula. Si el valor p es mayor que α , no es*

posible rechazar la hipótesis nula.

$p \leq \alpha$: Se rechaza H_0 $p > \alpha$: No se rechaza H_0

La aproximación del valor p como ayuda en la toma de decisiones es bastante natural pues casi todos los paquetes estadísticos para computadora que proporcionan el cálculo de prueba de hipótesis entregan valores de p junto con valores de la estadística de la prueba apropiada (Hernández, *et. al.* 1998: 385; Daniel, 2001: 255-256; Martínez-González, 2001: 123-128).

Prueba de normalidad: W de Shapiro-Wilks para una muestra

Se trata de una prueba estadística de contraste de ajuste para verificar si con base en la información suministrada por un grupo se puede aceptar que la población de origen sigue una determinada distribución de probabilidad, en nuestro caso, la distribución normal. Puede ser aplicada a grupos entre 3 y 2000 datos, pero cuando el grupo tiene $n < 30$ resulta un estadístico muy potente y de una mayor aplicabilidad práctica (González, 2006; Jiménez, 2006).

Además de ser una prueba estadística muy simple en su aplicación, se consideró como la más idónea para comprobar la posible distribución normal de los datos (puntuaciones) obtenidos en la preprueba y posprueba de los grupos experimental y control, dado que para ambos casos el número de individuos (n) fue menor a 30, factor que como criterio permite la aplicación de la prueba W de Shapiro-Wilks. Específicamente, el grupo experimental representó $n=23$, mientras que para el grupo control $n=21$.

Prueba de t de Student para muestras pareadas

También se le conoce como la prueba de comparaciones por parejas, se trata de una

prueba estadística que se utiliza con frecuencia para comparar dos medias cuando las muestras no son independientes y se desea averiguar la efectividad de un tratamiento experimental que hace uso de observaciones relacionadas de la manera más próxima, en términos de equiparar las características más relevantes. Toda diferencia subsiguiente en el grupo se atribuye a dicho tratamiento. El objetivo de la prueba de comparaciones por pares es eliminar al máximo las fuentes de variación por medio de la formación por parejas similares con respecto a tantos factores como sea posible (Daniel, 2001: 280-281).

Dicha prueba se aplicó al grupo experimental de manera que se examinaron a los mismos estudiantes antes y después de recibir el tratamiento, para probar si el aprendizaje cooperativo como estrategia de enseñanza, favoreció el aprendizaje del proceso de fotosíntesis y las vías metabólicas que intervienen en alumnos del grupo experimental.

Prueba de t de Student para muestras independientes

Cuando en una investigación se trabaja con dos poblaciones independientes y se desea saber la diferencia entre las medias de las dos muestras; la prueba estadística que se emplea con más frecuencia para determinar si es razonable o no concluir que las dos son distintas entre sí, es la prueba t de student para muestras independientes.

Al ser una prueba que permite evaluar si dos grupos difieren entre sí de manera significativa respecto a sus medias y, que parte del supuesto de que cada una de las muestras aleatorias independientes se extraen de una población que sigue una distribución normal (Daniel, 2001: 271; Hernández, *et. al.* 1998: 384-385; Pagano, 1999: 344); la t de student para muestras independientes se consideró como la prueba más adecuada para el análisis de los datos obtenidos en la preprueba y posprueba que se aplicó al grupo experimental y al grupo control, debido a que

ambos presentan una distribución normal. Además, en este estadístico no importa el número de individuos; recordemos que la población del grupo experimental es de 23 estudiantes y del grupo control es de 21 alumnos.

La aplicación de esta prueba tuvo dos propósitos; primero, se usaron los resultados de la preprueba para verificar si ambos grupos eran equiparables antes del tratamiento sobre conocimientos de fotosíntesis y; segundo, con base en los resultados de la posprueba, determinar si existían diferencias significativas de conocimientos sobre el proceso de fotosíntesis entre el grupo al que se le aplicó el estímulo experimental (AC) y el grupo control (enseñanza tradicional) después del tratamiento.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y ANÁLISIS

Los resultados de la presente investigación se obtuvieron a partir del diseño y aplicación de una serie de instrumentos de medición, a través de los cuales se pudo realizar la recolección de datos cuantitativos y cualitativos que dieron cuenta de la realidad en el contexto en el que se desarrolló el tratamiento. De esta forma se intentó llegar a una perspectiva unificadora entre los datos cuantitativos y cualitativos.

Los resultados y el análisis de los mismos se describen en el presente capítulo, para comprobar la influencia del tratamiento en el grupo experimental, es decir, la eficacia de la instrucción cooperativa para el aprendizaje del proceso de fotosíntesis en comparación con el modelo tradicional aplicado en el grupo control y concluir.

4. 1. DIAGNÓSTICO DE ANTECEDENTES PERSONALES Y ACADÉMICOS DE LOS ALUMNOS PARTICIPANTES

Se recordará que por las características de los grupos elegidos para este estudio, no fue posible controlar factores orgánicos, situación que al mismo tiempo condicionó que la equivalencia de los grupos antes del tratamiento, no permitiera una validez interna más rigurosa a la investigación; sin embargo, se obtuvo la mayor información posible sobre otros factores relacionados con el estudio, para contar con la evidencia suficiente y poder establecer algunos factores equiparables entre ambos grupos antes de la instrucción didáctica²¹ y mantenerlas durante el desarrollo del tratamiento para acercarse a una validez interna confiable.

Para identificar dichos factores se aplicó en primera instancia un diagnóstico de

²¹ En el capítulo 3, apartado 3.4 se describen los factores equiparables en los dos grupos y, que se pudieron mantener constantes en el desarrollo de toda la investigación.

antecedentes personales de los alumnos en ambos grupos previo al tratamiento, cuyos resultados se resumen en la tabla siguiente:

Tabla 1. *Resultados del diagnóstico de antecedentes personales y académicos de los alumnos del grupo experimental y control.*

	Grupo experimental	Grupo control
No. de alumnos	23	21
Sexo	8 hombres 15 mujeres	1 hombre 20 mujeres
Edad	16-18 años	16-21 años
Promedio general actual	8.03	8.3
Materias que adeudan	El 48% adeuda materias	No adeudan materias
Prom. Ind. más alto	9.9	9.2
Prom. Ind. más bajo	6.4	7.1
Antecedentes académicos de los cursos de Biología I y II	El 26% no aprobó uno o los dos cursos previos a Biología III	Ningún alumno reprobó cursos previos a Biología III

En correspondencia con la información presentada en el apartado 3.4 del capítulo 3; en lo siguiente se describen otras características del grupo experimental y el grupo control.

Con base en los datos de la tabla anterior, se observa que los grupos estaban conformados predominantemente por mujeres; la edad fue otro rasgo de equivalencia, ya que en ambos casos, la edad de los estudiantes oscilaba entre los 16 y 18 años; una alumna del grupo control manifestó tener 21 años, por ello, el rango se elevó, pero al tratarse de un caso aislado se puede suponer que el rango de edad de los alumnos de ambos grupos fue el mismo. También, un porcentaje similar de estudiantes de los dos grupos manifestaron tener un familiar con preparación universitaria; nivel de ingresos adecuado, habitar casa propia o departamento y con un espacio propio para sus actividades escolares (anexos 19 y 20).

En cuanto a los antecedentes académicos, se registró un promedio general hasta ese momento en ambos grupos muy similar, con un contraste de 0.27 a favor del grupo control. Asimismo, la tabla muestra el valor promedio individual más alto y bajo en los dos grupos. A

primera vista, los datos reflejan una diferencia en el rendimiento escolar individual a favor del grupo experimental con el promedio más alto; sin embargo contrario a esto, también en este grupo se registró el promedio más bajo; es decir, se puede identificar similitud en el promedio individual entre los grupos seleccionados.

Esta información resultó valiosa, en tanto permitió conocer algunos factores equiparables entre el grupo experimental y control y, en la medida de lo posible; al respecto Kerlinger (2002: 485), señala “que sí la asignación aleatoria o el emparejamiento no son posibles, por lo menos debe hacerse el esfuerzo de utilizar grupos que provengan de la misma población o grupos que sean lo más similares posibles”.

A pesar de las similitudes señaladas anteriormente en ambos grupos, también existieron aspectos que no fueron constantes y contrastaban notoriamente en cuanto a la trayectoria académica, como en el número de materias que adeudaban los alumnos hasta ese momento, incluyendo los cursos de Biología I y II que se imparten en el 3º y 4º semestre respectivamente. Como se puede observar en la tabla, el 48% de los alumnos del grupo experimental debían materias, contrario a lo que ocurrió con el grupo control, donde ningún alumno adeudaba materias hasta el momento de la aplicación del cuestionario. Esto permitió suponer que los integrantes de este grupo iniciaban con ventaja de conocimientos previos sobre temas de biología (y muy probablemente sobre el tema de fotosíntesis), a diferencia de los alumnos del grupo experimental. Sin embargo, se aplicó una prueba estadística (cuyos resultados se describen más adelante) para tener mayor certeza si ambos grupos eran equiparables sobre conocimientos de fotosíntesis antes del tratamiento o no.

4.2. OPINIÓN SOBRE LA IMPORTANCIA DEL APRENDIZAJE COOPERATIVO²²

Al final de la sesión de inducción, los estudiantes del grupo experimental resolvieron una serie de preguntas donde expresaron sus experiencias después de participar en una actividad individual, en contraste con otra que requirió de la participación solidaria y cooperativa de todos. De manera que sus respuestas sirvieron para obtener información significativa sobre las ideas y opiniones de los alumnos acerca de la importancia y bondades de trabajar de forma cooperativa.

Así, entre las respuestas más recurrentes que dieron los alumnos al cuestionarlos sobre ¿Qué habían aprendido de la actividad realizada?, se mencionan las siguientes:

Aprendí la importancia de la solidaridad y que trabajar en equipo es más fácil y más divertido (Alejandra).

La cooperación permite la integración de todos, además se logran más cosas (Samuel).

Con la cooperación se pueden lograr más cosas, pues cada uno de los que participan aporta su trabajo y sus ideas (Nayelli).

En equipo son mejor las cosas y se benefician todos (Eduardo).

Es mejor que competir (Margarita).

El trabajo en equipo es mejor que hacerlo de forma individual (Itzel).

Con base en los comentarios anteriores, se puede señalar que la mayoría de los alumnos del grupo experimental reconocieron la importancia de realizar actividades en cooperación con otros compañeros; les resultó divertido y una manera fácil de lograr objetivos; además, expresaron que la cooperación es mejor que la competencia y el trabajo individual; también resultó una forma propicia para la integración al grupo y el desarrollo de relaciones interpersonales.

Otra pregunta que se les hizo a los alumnos fue ¿Qué descubriste de ti?, donde las

²² Sólo se trabajó con el grupo experimental y las preguntas del cuestionario se describen en la actividad 1 “La momia”, de la sesión 2 de inducción, en el apartado 3.8.1. del procedimiento, capítulo 3.

respuestas más comunes fueron:

A razonar para llegar junto con mis compañeros al mismo objetivo (Leonardo).

Que puedo cooperar en un equipo (Aketzali).

A veces necesitamos de otros para realizar las cosas (Yessica).

Que soy muy antisocial y egoísta, lo que no me deja pensar con claridad (Manuel).

Hay que aprender de los demás (Eduardo).

Que tengo imaginación y que puedo lograr cosas que parecen a simple vista difíciles (Ángel).

Entre estas respuestas, se pudieron identificar rasgos propios que reflejan la incertidumbre que viven los jóvenes actualmente. Sin embargo, también reconocieron que sus aportaciones al trabajar cooperativamente son valiosas y que tienen habilidades propias que pueden compartir con los demás (constructivismo social). En otras palabras, los alumnos lograron una identidad de pertenencia al grupo y, además, se podría especular que en algunos estudiantes se promovió la motivación y una mejora en la autoestima.

Con respecto a las habilidades y destrezas que desarrollaron los alumnos durante la actividad, algunos mencionaron:

Habilidades para pensar y resolver problemas con pocos recursos (Lorena).

Ingenio, fuerza, equilibrio y cooperación (Reyna).

Rapidez, inteligencia y coordinación (Alejandra).

Estas respuestas, son evidencia de que los alumnos reconocen habilidades propias que muchas veces por la mala planeación de estrategias de enseñanza o la falta de interés de ciertos profesores, no se desarrollan en clase. Habilidades intelectuales y sociales que pueden desarrollarse siempre y cuando existan las condiciones adecuadas y el compromiso de una buena instrucción didáctica.

Por último, los alumnos refieren que existe la posibilidad de mejorar en el trabajo

cooperativo en las actividades que lo requieran, siempre y cuando se den las siguientes condiciones:

Cooperar todos para todos. Así, hay ayuda mutua (Fernanda).

Permitir que todos participen por igual y haciendo hincapié en que opinen y cooperen todos (Carolina).

Tener claro el objetivo de todos y juntar fuerzas. Además, es importante aportar ideas (Cristina).

Planear las cosas para que todos lleguemos a un acuerdo en el que nos veamos favorecidos todos (Berenice).

Estas ideas manifestadas por los alumnos, reflejaron la importancia de la sesión de inducción previa al tratamiento, en donde no sólo reconocieron la importancia de trabajar de forma cooperativa y las habilidades que pueden desplegar en condiciones propicias, sino también, valoraron la trascendencia de expresar sus afectos, asumir actitudes positivas y desarrollar valores para mejorar la convivencia con sus compañeros, a partir de sus intereses académicos y sus necesidades psicológicas.

En este sentido, Fabra (1992) señala que “al estar en grupo no se aprende por intuición, las personas que no están preparadas para trabajar en equipo no sacarán partido de las situaciones del AC” (citado por León del Barco, 2006). También, hacer y resolver en situaciones de AC multiplican las oportunidades de aprendizaje de los alumnos que intervienen en ellas (Rué, 2003). Asimismo, Echeita (1995: 178) señala que

El aprendizaje cooperativo ocurre cuando los alumnos están vinculados de manera que cada uno de ellos sabe y siente que su mejor rendimiento personal ayuda a los compañeros a alcanzar el suyo y que el propio depende a su vez del buen rendimiento de aquéllos.

De manera que después de esta sesión, el grupo experimental estuvo dispuesto (preparado) a participar en el tratamiento con entusiasmo y con una actitud positiva hacia el

aprendizaje del proceso de fotosíntesis, la cual, afortunadamente para los intereses de la investigación, fue una constante a lo largo de las cuatro sesiones que duro la instrucción cooperativa.

4.3. RESULTADOS Y ANÁLISIS CUANTITATIVO

A continuación se describen los resultados del cuestionario de conocimientos sobre fotosíntesis (preprueba y posprueba) aplicado al grupo experimental y control, en cuyo análisis cuantitativo se emplearon las pruebas estadísticas W de Shapiro-Wilks, t de Student para muestras pareadas y t de Student para muestras independientes con apoyo del paquete para computadora *Statistical* versión 8.0.

4.3.1. RESULTADOS DEL CUESTIONARIO DE CONOCIMIENTOS SOBRE FOTOSÍNTESIS

Posterior a la aplicación del cuestionario de conocimientos sobre fotosíntesis al grupo experimental antes y después del tratamiento, los datos obtenidos se registraron en la siguiente tabla:

Tabla 2. *Puntuaciones obtenidas en la preprueba y posprueba de los alumnos de grupo experimental que participaron en un modelo de enseñanza basada en AC.*

Sujeto	Calificaciones de la preprueba	Calificaciones de la posprueba	Diferencia
1	2.1	6.4	4.3
2	5	8.5	3.5
3	5.7	7.1	1.4
4	5.7	6.4	0.7
5	3.5	10	6.5
6	5	10	5
7	4.2	10	5.8
8	3.5	7.1	3.6
9	2.8	7.8	5
10	3.5	3.5	0
11	3.5	7.1	3.6
12	3.5	10	6.5
13	4.2	8.5	4.3
14	6.4	9.2	2.8

15	5.7	10	4.3
16	4.2	8.5	4.3
17	4.2	7.1	2.9
18	5	7.8	2.8
19	4.2	5.7	1.5
20	5.7	8.5	2.8
21	5	7.1	2.1
22	5.7	9.2	3.5
23	3.5	10	6.5
$\bar{X} =$	4.42	8.06	3.6

En cuanto a las calificaciones, antes y después de abordar el contenido de instrucción, a través del modelo de enseñanza tradicional, las puntuaciones que obtuvo el grupo control se concentraron en la siguiente tabla:

Tabla 3. *Puntuaciones obtenidas en la preprueba y posprueba de los alumnos del grupo control que participaron en el modelo de enseñanza tradicional.*

Sujeto	Calificaciones de la preprueba	Calificaciones de la posprueba	Diferencia
1	1.4	9.2	7.8
2	2.8	10	7.2
3	4.2	6.4	2.2
4	2.8	7.1	4.3
5	1.4	7.1	5.7
6	2.8	7.1	4.3
7	3.5	7.8	4.3
8	.07	7.1	7.03
9	2.8	7.8	5
10	1.4	7.1	5.7
11	2.8	10	7.2
12	1.4	6.4	5
13	4.2	5.7	1.5
14	6.4	8.5	2.1
15	4.2	7.8	3.6
16	3.5	8.5	5
17	5.7	7.1	1.4
18	1.4	8.5	7.1
19	3.5	7.1	3.6
20	3.5	6.4	2.9
21	2.8	6.4	3.6
$\bar{X} =$	2.97	7.57	4.59

4.3.2. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

En seguida se describe el análisis de la información contenida en las tablas anteriores.

4.3.2.1. PRUEBA DE NORMALIDAD: *W* DE SHAPIRO-WILKS

La aplicación de este estadístico se realizó tanto al grupo experimental como al control de forma separada, en ambos casos se utilizaron los valores obtenidos en las diferencias entre las calificaciones de la preprueba y posprueba, para determinar si los datos obtenidos en los dos grupos se encontraban distribuidos normalmente.

De manera que se establecieron las siguientes hipótesis para la prueba:

H₀: Los datos siguen una distribución normal.

H₁: Los datos no siguen una distribución normal.

Con un nivel de significancia $\alpha = 0.05$ se consideró la siguiente regla de decisión para el valor p :

Si $p > 0.05$: no se rechaza H₀

Si $p \leq 0.05$: se rechaza H₀

En la tabla 4 se observan los valores del estadístico de prueba y el valor p del grupo experimental y control que se obtuvieron.

Tabla 4. Resultados de la prueba *W* de Shapiro-Wilks aplicada a la diferencia de puntuaciones entre la preprueba y posprueba del grupo experimental y control.

GRUPO	EXPERIMENTAL		CONTROL	
TAMAÑO DE LA MUESTRA	n = 23		n = 21	
VALORES DEL ESTADÍSTICO	W = 0.97326	p = 0.76642	W = 0.94936	p = 0.33121
NIVEL DE SIGNIFICANCIA $\alpha = 0.05$				
		0.76642 > 0.05	0.33121 > 0.05	

Como se puede observar el valor de p para el grupo experimental es igual a 0.76642, por

lo tanto, $p \geq 0.05$ con lo que se puede afirmar con 95% de confianza que no hay evidencias para rechazar la hipótesis nula (H_0); los datos siguen una distribución normal. Para el caso del grupo control, el valor de $p = 0.33121$, esto indica que $p \geq 0.05$, por lo que con un 95% de certeza, también se trata de un conjunto de valores con una distribución normal.

Los resultados que se obtuvieron al aplicar la prueba W de Shapiro-Wilks, permitieron señalar la dispersión y/o la simetría de los datos de las dos muestras y comprobar que los datos (puntuaciones) entre la preprueba y posprueba del grupo experimental y control siguieron una distribución normal; esto permitió el empleo de la prueba estadística paramétrica t de Student para muestras pareadas y muestras independientes para continuar con el análisis estadístico.

4. 3. 2. 2. RESULTADOS DE LAS PRUEBAS ESTADÍSTICAS t DE STUDENT PARA MUESTRAS PAREADAS E INDEPENDIENTES

En primera instancia se aplicó la prueba t de Student para muestras independientes para determinar si ambos grupos eran equiparables en cuanto al conocimiento sobre fotosíntesis antes de las intervenciones didácticas bajo la estructura de un modelo basado en el AC y el modelo tradicional; de manera que se examinaron las medias de las puntuaciones de la preprueba de los dos grupos.

Por tanto, se consideraron las siguientes hipótesis:

H_0 : No hay diferencias significativas entre el grupo experimental y control respecto al conocimiento de fotosíntesis antes de la intervención didáctica.

H_1 : Hay diferencias significativas entre el grupo experimental y control respecto al conocimiento de fotosíntesis antes de la intervención didáctica.

Con un nivel de significancia $\alpha = 0.05$ se consideró la siguiente regla de decisión para el

valor p :

Si $p > 0.05$: no se rechaza H_0

Si $p \leq 0.05$: se rechaza H_0

En la tabla 5 se presenta el valor de t y el valor p de ambos grupos que se obtuvieron al aplicar el estadístico de prueba.

Tabla 5. *Resultados de la prueba t de Student para muestras independientes aplicada a las puntuaciones de la preprueba del grupo experimental y control.*

Grupo	N	\bar{X}	Dv. Std.	G. L.	Valor de t	Valor F	Valor p
Experimental	23	4.4260	1.103390	42	3.64611	1.880378	0.000728
Control	21	2.9795	1.513045				

En estos resultados se observa que el valor p es muy pequeño, por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se acepta la hipótesis alternativa (H_1), es decir, $0.000728 < 0.05$ con $\alpha = 0.05$ hay evidencia para considerar con un 95% de confianza que hay diferencias significativas en el grupo experimental y control con relación al conocimiento de fotosíntesis antes de la intervención didáctica. De manera que se comprobó que los grupos no eran equiparables con respecto al conocimiento previo del contenido de instrucción; factor del que no se tuvo control, ya que los grupos eran intactos y la validez interna fue parcial; sin embargo, se mantuvo control durante el desarrollo de la investigación de otros factores que se han descrito. En consecuencia, ambos grupos iniciaron el tratamiento en situaciones cognitivas diferentes.

A continuación, para conocer la efectividad del modelo de enseñanza basado en el AC sobre el aprendizaje del proceso de fotosíntesis en los alumnos del grupo experimental, se aplicó la t de Student para muestras pareadas. De manera que se examinaron las puntuaciones de los mismos alumnos antes y después de la intervención didáctica; es decir, las diferencias entre pares.

Para ello, se plantearon las siguientes hipótesis:

H₀: No hay diferencias significativas de aprendizaje del proceso de fotosíntesis en alumnos que participan en una estrategia de enseñanza basada en actividades de aprendizaje cooperativo.

H_a: Hay diferencias significativas de aprendizaje del proceso de fotosíntesis en alumnos que participan en una estrategia de enseñanza basada en actividades de aprendizaje cooperativo.

Con un nivel de significancia $\alpha = 0.05$ se consideró la siguiente regla de decisión para el valor p :

Si $p > 0.05$: no se rechaza H₀

Si $p \leq 0.05$: se rechaza H₀

En la tabla 6 se presenta el valor de t y el valor p del grupo experimental que se obtuvieron al aplicar el estadístico de prueba.

Tabla 6. *Resultados de la prueba t de Student para muestras pareadas aplicada a la diferencia de puntuaciones entre la preprueba y posprueba del grupo experimental.*

Gpo. Exp.	\bar{X}	Dv. Std.	Err. Std.	N	Valor de t	g. l.	Valor p
	3.639130	1.753934	0.365721	23	12.60169	22	0.0001

En estos resultados se observa que el valor p es muy pequeño, por ello, se rechaza la hipótesis nula (H₀) y se acepta la hipótesis alternativa, es decir, $0.0001 < 0.05$ con $\alpha = 0.05$ hay evidencia para considerar con un 95% de confianza que hay diferencias significativas de aprendizaje del proceso de fotosíntesis en alumnos que participaron en una estrategia de enseñanza basada en actividades de AC. De manera que se cumplió con el objetivo general de esta investigación, en tanto se evaluó si el AC como estrategia de enseñanza favorece el aprendizaje del contenido de instrucción; asimismo, con los resultados de la prueba estadística que se aplicó, se tiene evidencia suficiente para responder a la primera de las dos preguntas de

esta investigación: el AC como estrategia de enseñanza, si favoreció el aprendizaje del proceso de fotosíntesis y las vías metabólicas que intervienen, en estudiantes que cursan la asignatura de Biología III que se imparte en el quinto semestre en el Colegio de Ciencias y Humanidades. Es decir, el AC es una buena alternativa para la enseñanza y aprendizaje de conceptos biológicos. Por tanto existe una correlación positiva entre la intervención didáctica basada en el AC y el aprendizaje del contenido de instrucción o rendimiento académico.

Estos resultados concuerdan con los trabajos de Rodríguez (2007), que utilizó un diseño preexperimental en un grupo con pretest y posttest para realizar una investigación con el propósito de diseñar, aplicar y evaluar el AC como estrategia de enseñanza para favorecer la comprensión lectora en estudiantes de 2º año de primaria. Para determinar el efecto del tratamiento, comparó las medias de las puntuaciones obtenidas en el pretest y posttest a través de un análisis estadístico con la prueba *t* de Student. Los resultados indicaron que existen diferencias significativas antes y después del tratamiento, por lo tanto, el AC como estrategia favoreció la comprensión lectora en alumnos de educación primaria.

Dentro del programa de Maestría en Docencia para la Educación Media Superior (MADEMS), González (2007) llevó a cabo una propuesta alternativa centrada en el sistema aprendizaje cooperativo-estratégico, durante la realización de sus tres prácticas docentes con alumnos de preparatoria para cubrir contenidos relacionados con el programa de Historia de México II. Con base en las observaciones y datos registrados, el autor obtuvo evidencias que le permitieron reafirmar la efectividad de estrategias didácticas basadas en el AC sobre el procesamiento de la información histórica y un mejor nivel de explicación y comprensión de un proceso histórico determinado.

De igual forma, Alanis (2012) valoró el efecto del AC como estrategia didáctica para la

adquisición de conocimientos biológicos en alumnos del Colegio de Ciencias y Humanidades que cursaban Biología III. Su trabajo se fundamentó en una investigación cualitativa de tipo fenomenológico para obtener datos descriptivos, a partir de cuestionarios; con base en sus resultados afirma que el AC es un modelo didáctico adecuado para mejorar el rendimiento académico y una forma motivadora de acercar al alumno al aprendizaje de la biología.

También Martínez (2013), propuso al AC como una estrategia didáctica para el aprendizaje de los cinco reinos y tres dominios, tema del curso de Biología II, en el Colegio de Ciencias y Humanidades. Los resultados a los que llegó la autora mostraron que el AC mejoró el rendimiento de los estudiantes. Asimismo, Ríos (2014) diseñó, aplicó y evaluó un programa basado en el AC en la solución de problemas matemáticos; instrumentó un diseño de tipo pre-experimental, pretest y protest con un grupo seleccionado. Concluye que el programa resultó efectivo para el desempeño de los alumnos, por tanto, se considera que la promoción del AC es una buena alternativa para mejorar la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas.

Por último se procedió a aplicar de nuevo la prueba de t de Student para muestras independientes, ahora para conocer la efectividad de los modelos de enseñanza sobre el aprendizaje del proceso de fotosíntesis en los alumnos de los dos grupos con los que se trabajó. Se examinaron las puntuaciones promedio de la posprueba, es decir, después de la intervención didáctica.

Para ello, se plantearon las siguientes hipótesis:

H₀: No hay diferencias significativas en el aprendizaje del proceso de fotosíntesis en alumnos del grupo experimental y control después de la intervención didáctica.

H₁: Hay diferencias significativas en el aprendizaje del proceso de fotosíntesis en alumnos del grupo experimental y control después de la intervención didáctica.

Con un nivel de significancia $\alpha= 0.05$ se consideró la siguiente regla de decisión para el

valor p :

Si $p > 0.05$: no se rechaza H_0

Si $p \leq 0.05$: se rechaza H_0

En la tabla 7 se presenta el valor de t y el valor p del grupo experimental que se obtuvieron al aplicar el estadístico de prueba.

Tabla 7. Resultados de la prueba t de Student para muestras independientes aplicada a las puntuaciones de la posprueba del grupo experimental y control.

Grupo	N	\bar{X}	Dv. Std.	G. L.	Valor de t	Valor F	Valor p
Experimental	23	8.0652	1.686473	42	1.10493	2.050746	0.275478
Control	21	7.5761	1.177669				

De acuerdo al valor p obtenido, no hay evidencias para rechazar la hipótesis nula (H_0), es decir, $0.275478 > 0.05$ con $\alpha = 0.05$ hay certeza para considerar con un 95% de confianza que no hay diferencias significativas en el aprendizaje del contenido de instrucción entre alumnos del grupo experimental y control después de participar en distintos modelos de instrucción.

Esto responde a la segunda pregunta de esta investigación: ¿existen diferencias en el aprendizaje del proceso de fotosíntesis entre un grupo de estudiantes que trabaja con el modelo de enseñanza tradicional y otro que trabaja con el modelo de enseñanza basado en actividades de aprendizaje cooperativo?; además, se cumplió con el objetivo particular de esta investigación: comparar la enseñanza basada en estrategias de AC con la enseñanza tradicional del tema de fotosíntesis. Asimismo, con estas afirmaciones y con base en los resultados del estadístico de prueba anterior, tampoco existen evidencias suficientes para rechazar la hipótesis alternativa (H_0) que define el propósito de la investigación, por tanto, la enseñanza basada en estrategias de aprendizaje cooperativo no es más eficaz para el aprendizaje de conceptos teóricos y vías metabólicas que intervienen en el proceso de fotosíntesis que el modelo de enseñanza tradicional.

Es decir, los alumnos del grupo experimental y grupo control mejoraron su rendimiento académico, tuvieron un aprendizaje similar sobre el tema.

A estos resultados llegó Martínez (2006), quien comparó la efectividad en el rendimiento académico del AC como estrategia didáctica con el método tradicional de conferencia-discusión en alumnos Futuros Agricultores de América (FAA). Al someter los resultados a un análisis estadístico con la prueba *t* de Student, encontró un valor que le permitió concluir que no existió diferencia significativa al comparar los rendimientos académicos apoyados por las estrategias en comparación. Es decir, ambas estrategias didácticas fueron igual de efectivas para el rendimiento de los estudiantes.

Igualmente, Quesnel (2010), realizó un estudio transversal de tipo cuantitativo para comparar el rendimiento escolar entre alumnos de un grupo experimental al que se le aplicó un método de enseñanza-aprendizaje cooperativo y, alumnos del grupo control al que se le aplicó un método tradicional. La conclusión a la que llegó, fue que los alumnos que recibieron el método del AC no presentaron un mejor rendimiento académico que los alumnos que llevaron el método de enseñanza tradicional.

También, De León (2013), realizó un estudio de tipo experimental, con grupo control y experimental elegidos al azar, donde comparó el efecto del AC como estrategia didáctica con el modelo tradicional. Los resultados del pretest y postest los comparó estadísticamente con el Análisis de Varianza o ANOVA. Concluye que no existen diferencias estadísticamente significativas entre el AC y el modelo tradicional, ambos favorecieron el aprendizaje.

Las investigaciones hechas por Fuhrman, N. E., Copenheaver, C. A. y Duncan, D. W. (2005); así como las realizadas por Laatsch, L., Britton, L., Keating, S., Kirchner, P. (2005), indican que no todas las actividades en un entorno cooperativo tienen resultados exitosos, pues

pueden intervenir factores como: la complejidad del objetivo de aprendizaje, la clase social de los estudiantes, costumbres, la dinámica del grupo, el género y la experiencia del profesor como guía o supervisor del trabajo cooperativo. Por tanto, puede ser razonable que de acuerdo a los valores obtenidos al aplicar el estadístico de prueba, los factores señalados (que no se controlaron) posiblemente hayan influido para que la eficacia de la instrucción cooperativa no fuera mayor o más significativa que la enseñanza tradicional. Aunado a esto, se tiene el dato de que los alumnos del grupo control presentaban antes del tratamiento mejores antecedentes académicos en general que los del grupo experimental, lo que pudiera traducirse en una mayor motivación intrínseca y mejores actitudes hacia el aprendizaje; asimismo, se podría suponer que la instrucción del profesor titular del grupo control, no haya sido tan tradicionalista, ya que se apoyó de diversos materiales didácticos, solicitó tareas extraclase, permitió el trabajo en equipos (aunque no cooperativos) y la intervención de los alumnos en clase; además de un correcto dominio del contenido, una planeación pertinente, la gestión del tiempo de las actividades que aplicó y el manejo de grupo de forma acertada.

También existe la posibilidad de que el número de sesiones no hayan sido suficientes, ya que en la literatura se han reportado trabajos que indican el empleo del AC por un semestre, incluso por todo un año escolar para determinar la eficacia de este modelo de instrucción; en esta investigación se realizaron sólo cuatro sesiones.

Después de realizar el análisis estadístico, tenemos que el grupo experimental y control no eran equiparables en cuanto al conocimiento sobre fotosíntesis antes del tratamiento; a pesar de que el grupo experimental presentaba una ligera ventaja, ambos grupos mejoraron en su desempeño, lo que indica que si bien, el modelo basado en el AC favoreció el aprendizaje del contenido de instrucción, esto también ocurrió con el modelo de enseñanza tradicional. Esto

confirma que la enseñanza basada en estrategias de aprendizaje cooperativo no es más eficaz para el aprendizaje del proceso de fotosíntesis, en comparación con el modelo de enseñanza tradicional.

Sin embargo, la situación cooperativa en clase es una plataforma importante para el aprendizaje de recursos de interacción social y, consecuentemente, para la mejora de la socialización. Al respecto, Webb (1989) señala “en algunos casos, los resultados en términos de contenidos pueden pasar a un segundo plano, sirviendo la tarea más instruccional como mero pretexto para avanzar en la socialización de los miembros del grupo” (citado por Castelló 1998: 60).

En este contexto, Jiménez, X. (2006) en su trabajo de licenciatura aplicó la técnica Jigsaw (rompecabezas II) de AC como estrategia de enseñanza para abordar los contenidos de la materia de ciencias naturales en alumnos de 3^{er} año de primaria y comparar sus efectos con la enseñanza individualista sobre el rendimiento académico y la actitud de los estudiantes. Utilizó el diseño de grupos no equivalentes sin pretest y la prueba *t* de Student en el análisis estadístico de sus resultados. En cuanto al rendimiento académico de los dos grupos seleccionados, los valores que obtuvo indicaron que las diferencias en las medias de puntuación en la prueba de conocimientos (postest) no son estadísticamente significativas. Sin embargo, en lo que respecta a la actitud de los estudiantes hacia la materia de ciencias naturales, los resultados mostraron que existen diferencias estadísticamente significativas, es decir, los alumnos que trabajaron con la técnica de rompecabezas II tuvieron una mejor actitud y disposición hacia los contenidos de instrucción.

Por su parte, Urbieto (2006) también evaluó el AC a través de la aplicación del Jigsaw como estrategia para el mejoramiento del aprendizaje de conceptos teóricos involucrados en la realización de proyectos de investigación en alumnos universitarios de 1^{er} semestre de la carrera

de biología de la FESI-UNAM y de la Universidad Simón Bolívar. Después de comparar el rendimiento en términos de puntuaciones de la evaluación final de los grupos que trabajaron con la técnica de Jigsaw, con los que no lo hicieron, no encontró evidencias que demostraran una mejoría en el aprendizaje de la información; no obstante, sí obtuvo datos suficientes para concluir que los alumnos mejoraron en sus habilidades sociales y de actitud hacia el trabajo en equipo. Los resultados que se reportan en estos trabajos, son similares a los obtenidos en la presente investigación.

Por tanto, sí el AC en ciertas situaciones hace propicio el mejoramiento del rendimiento académico de los alumnos, también se debe considerar otro aspecto muy notorio que se beneficia en la aplicación de actividades basadas en el AC, el desarrollo de las relaciones sociales positivas entre los alumnos, “esto incluye un incremento de espíritu de equipo, relaciones solidarias y comprometidas, respaldo personal y escolar, valoración de la diversidad y cohesión” (Johnson, *et. al.* 2004: 24). Es decir, desarrollar habilidades sociales donde en la interacción recíproca no sólo se busca cooperar para aprender, sino que además se aprende a cooperar (Suárez, 2007).

4. 4. RESULTADOS Y ANÁLISIS CUALITATIVO

A través del diseño y aplicación de algunos instrumentos de medición sobre la apreciación de los estudiantes con respecto a la instrucción basada en el AC, se obtuvieron datos, cuya información permitió argumentar que las experiencias cooperativas en las que participaron los alumnos del grupo experimental, influyeron para mejorar en sus relaciones socioafectivas con los otros y una mejor actitud hacia el estudio de contenidos de biología. A continuación se describen los resultados y su respectivo análisis.

4. 4. 1. RESULTADOS DE LOS CUESTIONARIOS PARA EL CONTROL DE TRABAJO Y DESEMPEÑO DE LAS FUNCIONES DE LOS INTEGRANTES DE CADA EQUIPO COOPERATIVO.

Los componentes básicos del AC, así como los momentos que deben estructurar una clase bajo este modelo de instrucción, fueron considerados en el diseño y la secuencia de actividades que se realizaron en las sesiones que duro el tratamiento; sin embargo, su ejecución requirió de la participación activa y comprometida de los alumnos al interior de los equipos cooperativos, por tanto, fue necesaria una supervisión constante y adecuada a través de un instrumento, donde los alumnos pudieran evaluar el desempeño de los equipos y, al mismo tiempo, ser un referente de control para asegurar que las situaciones cooperativas con igualdad de oportunidades de aprendizaje se estaban dando.

Así, los datos obtenidos en los cuestionarios de control de trabajo y del desempeño de las funciones de los integrantes de cada equipo cooperativo aplicados al grupo experimental, se registraron en la tabla 8 para facilitar su interpretación, de manera que los porcentajes que se observan en dicha tabla, se calcularon a partir del total de cuestionarios administrados en cada sesión (23). Los porcentajes de las tres primeras sesiones corresponden al conteo de respuestas del cuestionario para el control de trabajo en equipos cooperativos; mientras que los porcentajes de la cuarta sesión son el resultado de la aplicación del cuestionario del desempeño de las funciones de los integrantes de cada equipo cooperativo.

Para dar coherencia al formato de la tabla, se siguió un orden numérico a pesar de que se conjuntaron los datos de ambos cuestionarios, por ello, en las sesiones 1, 2, y 3 donde los equipos cooperativos trabajaron sin asignar roles a sus integrantes, no se incluyeron los resultados de las preguntas 10 y 11, pues en ellas se cuestionan aspectos sobre el cumplimiento de funciones específicas para cada alumno.

En cuanto a la sesión número 4 en la que si se asignaron roles a los integrantes de cada equipo cooperativo para el desarrollo de la actividad de laboratorio programada, se omitieron las preguntas 1 y 3.

Expuesto lo anterior, en seguida se presenta la tabla con los resultados de los cuestionarios:

Tabla 8. *Opinión de los alumnos sobre el control de trabajo en equipos cooperativos (valores en %).*

Pregunta opción	1			2			3				4			5			6			7			8			9			10			11		
	a	b	c	a	b	c	a	b	c	d	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c			
Sesión																																		
1	48	52		57	43					43	57	92	4	4	4	96		96	4		39	61	65	35		57	43							
2	91	9		43	57		4			48	48	87	4	9	4	96		100			35	65	57	43		48	52							
3	91	9		78	22			4	13	83	91		9		96	4	100				22	78	74	26		78	22							
4				52	39	9					92	4	4	9	91		91	9			39	61	70	30		65	35		4	18	78	4	92	4

Reactivos empleados en los dos cuestionarios:

- ¿Conoces el nombre de tus compañeros de equipo? a) Si b) No c) No me interesa
- ¿Qué tan claros te parecieron los objetivos o metas del trabajo a realizar? a) Muy claros b) Algo claros c) Confusos
- ¿El equipo considero el tiempo disponible para cada actividad? a) Nunca b) Casi nunca c) Casi siempre d) Siempre
- La atmósfera de trabajo fue: a) Cooperativa y cohesiva b) Apática c) Competitiva e individualista
- ¿Qué tan organizada te pareció la discusión o la realización del trabajo de parte del equipo? a) Desordenada b) Apropiaada c) Demasiada rígida
- Respecto al nivel de participación, responsabilidad y compromiso de los integrantes del equipo:
 - Todos trabajaron al parejo
 - Sólo algunos colaboraron
 - Casi nadie se involucró en serio
- ¿Te encontraste a ti mismo deseoso de participar cuando tenías la oportunidad de hacerlo? a) Casi nunca b) Ocasionalmente c) Frecuentemente
- ¿Qué tan satisfecho te sientes con los resultados de la discusión o del trabajo realizado? a) Muy satisfecho b) Moderadamente satisfecho c) Insatisfecho
- ¿Te gustaría volver a trabajar en equipos cooperativos? a) Me encantaría b) Si es necesario c) De ninguna manera
- ¿Consideras que los integrantes del equipo recordaron las funciones que debería cumplir cada uno? a) Casi nunca b) Ocasionalmente c) Frecuentemente
- ¿Qué tan efectivo como líder resultó el compañero que coordinó al equipo? a) Demasiado autoritario b) Democrático c) Débil

De acuerdo a la tabla anterior, los porcentajes que se observan con respecto a la pregunta 1 en la primera sesión nos revelan que sólo el 48% de los alumnos conocían el nombre de sus compañeros; el 52% de los estudiantes a pesar de haber compartido algunas semanas desde que se inició el semestre, no conocían el nombre de los jóvenes con los que venían compartiendo el espacio áulico.

Este dato, muestra la necesidad de instrumentar actividades desde el inicio del curso que promuevan la integración y la unidad de los estudiantes (situación que puede tener un impacto favorable para un entorno psicoafectivo adecuado) y, al mismo tiempo, que generen un ambiente donde se multipliquen las relaciones interpersonales propicias para favorecer el aprendizaje. Ya que de acuerdo a los porcentajes arriba señalados, en el grupo la interacción alumno-alumno hasta ese momento no estaba siendo promovida adecuadamente a través de las diferentes actividades en las que habían participado.

Sin embargo, en las sesiones 2 y 3 el 91% de los alumnos señalaron que si conocían el nombre de sus compañeros y el 9 % que no; este dato no corresponde con los porcentajes de la sesión 1, pues hubo un incremento considerable del 43%, pasó de un 48% a un 91%; esto fue una tendencia ya que aun cuando no se les cuestionó sobre este aspecto en la sesión 4, se pudo observar que los estudiantes al dirigirse a sus compañeros de equipo, así como al resto del grupo lo hacían por sus nombres, lo que permite asegurar que al término del tratamiento todos los alumnos sabían el nombre de los demás.

Esta información da evidencia de que el AC promovió y aumentó la interacción constructiva con el grupo de iguales (socialización) y, con ello, una mayor integración al grupo, por tanto, la instrucción basada en actividades de AC fue la alternativa adecuada para potencializar estos aspectos.

Para analizar los resultados de la pregunta 2, se consideró el promedio del porcentaje derivado de las cuatro sesiones; el 58% de los alumnos mencionaron que los objetivos o metas de las actividades realizadas en equipos cooperativos fueron muy claros, mientras que el 42% declararon que fueron algo claros y ningún alumno señala que estos fueran confusos. De manera que la mayoría de los alumnos sabía qué debían hacer, cuál era la mejor manera de hacerlo y qué se esperaba que hicieran para lograr dichos objetivos, por lo tanto, reconocer que los logros individuales estaban vinculados estrechamente con el logro de los demás. Lo anterior, permite apreciar que en la forma de estructurar el proceso de enseñanza mediante estrategias de AC en el grupo experimental, se procuró explicitar los objetivos o metas a alcanzar por lo estudiantes.

En este sentido, Ferreiro y Calderón (2001: 60) señalan que “es fundamental que dentro de las funciones del profesor para cumplir con los principios del AC y hacer posible el proceso de mediación en el aula, proporcione los objetivos temáticos de forma verbal y/o escrita en cada actividad”. Asimismo, Díaz-Barriga y Hernández (2002: 117) indican que “el docente tiene que delinear claramente los objetivos académicos referentes a los aprendizajes esperados en relación con el contenido curricular”.

En la pregunta 3, nuevamente se tomó en cuenta el promedio del porcentaje de los datos obtenidos en las 4 sesiones; el 63% de los alumnos señaló que todos los integrantes de los equipos siempre tomaron en cuenta y se ajustaron al tiempo asignado a cada actividad; el 35% de ellos indicaron que casi siempre y; sólo el 2% consideraron que los integrantes de sus equipos casi nunca o nunca respetaron el tiempo asignado a cada tarea. Por lo anterior, el trabajo dentro de los equipos cooperativos tuvo como elementos principales la corresponsabilidad, la coordinación y el compromiso, pues sin ellos, no se hubiese mantenido el control y el orden en el desarrollo de las actividades. En este sentido, es posible señalar que la mayoría de los integrantes

en cada equipo cooperativo, asumieron la responsabilidad individual y de grupo de respetar el tiempo propuesto, elemento básico en el AC.

Los resultados de la pregunta 4, nos muestran que durante las cuatro sesiones prevaleció un entorno adecuado para el AC, pues como se indica en la tabla 8, es en la tercera sesión donde se presentó el porcentaje más bajo con un 87% de alumnos que consideraron que el trabajo que se realizó en los equipos fue de forma cooperativa. Así, al tomar como dato el promedio de los porcentajes obtenidos en todas las sesiones, se tiene que para el 91% de los estudiantes las actividades realizadas en clase fueron en cooperación; de acuerdo a esto, cada alumno consideró que los resultados eran igualmente beneficiosos para el resto de los miembros del equipo con los que estuvieron interactuando cooperativamente, es decir, se potenció la motivación extrínseca; mientras que el 9% de los alumnos consideraron que el trabajo al interior de los equipos fue apático o competitivo e individualista.

Las estrategias de AC tuvieron efecto sobre la mayoría de los alumnos del grupo experimental, en tanto, que ellos comprendieron el vínculo con sus compañeros de equipo y que no lograrían el éxito sin ellos (interdependencia positiva), situación que refleja de acuerdo a Ferreiro, (2004: 35) “la necesidad del otro, de las otras personas, para aprender significativamente”.

Además, la percepción del alumno de que sus esfuerzos son necesarios para que el grupo pueda alcanzar las metas deseadas y que los medios disponibles son útiles para conseguir la tarea, crean un sentido tal de responsabilidad personal y de empeño en el AC que redundan en una eficacia extraordinaria en el aprendizaje y en el trabajo común (Lobato, 1997).

En general, los alumnos asumieron el compromiso y el interés para el AC y, una actitud positiva ante la diversidad de opiniones y puntos de vista de sus compañeros. De hecho, a lo

largo del tratamiento no se presentó ningún tipo de controversias o conflictos ajenos al trabajo en los equipos.

Los datos obtenidos en la pregunta 5, son evidencia de que el trabajo al interior de los equipos cooperativos fue adecuado, pues en promedio el 95% de los alumnos indicaron que la organización de los miembros en los equipos fue la apropiada durante el tratamiento, lo cual, asegura que se desarrollaron habilidades sociales en casi todos los estudiantes durante su participación en la instrucción cooperativa; de igual forma, los resultados reflejan que existió igualdad de oportunidades a lo largo de las actividades para que los estudiantes pudieran de forma ordenada expresar sus ideas y aportar sus puntos de vista para el logro de las tareas.

En el AC, el profesor debe propiciar la autoorganización y autogestión grupal, así como el contacto de los compañeros entre sí, de tal forma que el equipo se convierta en protagonista activo, crítico y creador, lo cual favorece un buen desempeño de todos, a partir de experiencias que influyan en la “internalización” de lo que se debe y quiere hacer, y lograr (Ferreiro y Calderón, 2001: 27).

El intercambio lingüístico adecuado²³ y una actitud de ayuda (interacción cara a cara), fueron aspectos que permitieron que los equipos pudieran asumir el compromiso de mantener las normas sociales propuestas previamente, lo que permitió que se realizará el AC con respecto a los objetivos de aprendizaje, de una forma constructiva y con la participación de todos en un ambiente adecuado para ello.

Uno de los datos más significativos durante el tratamiento, es el registrado en la pregunta 6; el 97% de estudiantes refieren que durante las cuatro sesiones, todos los miembros de los equipos trabajaron al parejo, situación que deja en claro que la ejecución individual y colectiva

²³ Vygotsky (1978, citado por Tudge, 1993: 189) señala que el lenguaje constituye un instrumento provisto de inmenso poder, asegura que los significados creados lingüísticamente son significados compartidos, significados sociales.

de las tareas asignadas fue una constante. El hecho de actuar conjuntamente, cooperativamente, propició que los alumnos estructuraran mejor sus actividades, a explicitarlas, a coordinarlas (conciencia del propio funcionamiento del equipo), para que los productos de las tareas tuvieran un mayor nivel de elaboración y corrección, es decir, la construcción social del conocimiento fue factor clave para el desempeño de los alumnos.

La confrontación de ideas en torno a una misma situación o tarea se tradujo en una mayor exigencia entre los miembros de los equipos; se generó un conflicto sociocognoscitivo que movilizó las reestructuras cognoscitivas y provocó, de esta manera, el desarrollo intelectual de los alumnos. Además, es evidente por los resultados obtenidos que la interacción positiva, la promoción cara a cara, la responsabilidad individual y de equipo; así como el desarrollo de habilidades interpersonales e intrapersonales, fueron factores que influyeron para generar una actitud apropiada para el aprendizaje de los estudiantes.

Los datos registrados permiten argumentar que durante las estrategias de AC, se logró crear entre los alumnos como mediadores entre sí, zonas de desarrollo potencial (ZDP) a través de la interacción social, que después pasó a un nivel de interiorización individual apropiado como lo muestran los resultados obtenidos en la posprueba, donde se incrementó el rendimiento académico significativamente (en términos de puntuaciones) y, con ello, el aprendizaje del proceso de fotosíntesis.

Al respecto, Brown, Palincsar y Armbruster (1984); Brown y Palincsar (1989) y Palincsar y Klenk (1992), (citados en Díaz y Hernández, 2002), después de realizar investigaciones en contextos de interacción alumno-alumno, han demostrado que también la creación de zonas de desarrollo potencial es posible en situaciones de AC entre iguales.

Ahora bien, en el diseño de las estrategias que se aplicaron, se consideraron actividades

que promovieran en todo momento una igualdad de oportunidades para todos, así lo demuestran los resultados de la pregunta 7, donde en promedio el 66% de los alumnos se sintieron deseosos de participar cuando tuvieron la oportunidad de hacerlo. Esto, refleja una actitud responsable hacia el aprendizaje del contenido de instrucción por parte de la mayoría de los estudiantes, aunque la percepción del resto de los alumnos fue que sólo ocasionalmente se sintieron con ganas de trabajar cooperativamente, tal vez, por razones personales que sería difícil describir en esta investigación, ya que no se evaluó el grado de motivación intrínseca antes y después del tratamiento, ni tampoco las expectativas o factores afectivos de los estudiantes.

El valor del porcentaje promedio obtenido para esta pregunta permite inferir que para la mayoría de los alumnos, se incrementó la motivación a participar y aportar en equipos cooperativos y, al mismo tiempo, la confianza de exponer sus puntos de vista, de manera que pudieron confrontar sus opiniones para la construcción del conocimiento. De acuerdo a Melero (1995: 48), “sí el éxito del equipo depende del desempeño adecuado y responsable de todos sus integrantes, éstos intentarían llevar al equipo al éxito estimulándose entre sí a superarse”.

Con respecto a la pregunta 8, el 67% de los estudiantes del grupo, aseguraron sentirse satisfechos de los resultados de las discusiones y del trabajo realizado en las cuatro sesiones; esta información refleja que el ambiente al interior del aula durante todo el tratamiento fue apropiado para potencializar habilidades sociales entre los alumnos y, al mismo tiempo, un entorno adecuado para el aprendizaje de los contenidos. Además, para la mayoría de los estudiantes el grado de mutualidad e igualdad que se logró en cada una de las sesiones fue alto, pues de acuerdo al dato arriba señalado, se puede especular que el intercambio de ideas a través de un proceso de negociación adecuado entre los miembros de los equipos, favoreció la construcción de marcos de referencia interpersonales que condujeron a lograr el significado compartido de las

actividades que se desarrollaron en clase y, con ello, cubrir en la medida de lo posible los intereses académicos y las necesidades psicológicas de cada uno de los alumnos a lo largo del tratamiento. Situación que posiblemente influyó para que los jóvenes expresaran satisfacción de los logros alcanzados y del desempeño de los equipos.

Los resultados de la pregunta 9 muestran que en promedio, el 62% de los estudiantes estarían encantados de volver a trabajar en equipos cooperativos. Mientras que el resto, sólo participarían en equipos cooperativos de ser necesario.

Al respecto, se hace necesario recordar que la diversidad del alumnado en el ámbito escolar, se manifiesta en los distintos estilos de aprendizaje propios de los alumnos, en este sentido, no todos los jóvenes desarrollan de igual forma las habilidades sociales que se requieren para el AC de forma inmediata; es decir, la interacción social parece ser el punto de partida de coordinación cognoscitiva para algunos alumnos, cuyos frutos pueden aparecer posteriormente o estos encuentran mayor potencialidad a desarrollar sus habilidades en una estructura individual o competitiva.

De cualquier forma, un porcentaje considerable de los alumnos opinaron que al trabajar en equipos cooperativos se sintieron con ganas de volver a participar en esta modalidad de instrucción.

Particularmente, los resultados de las preguntas 10 y 11, corresponden a la opinión de los alumnos durante el desarrollo de la sesión cuatro, en la que se les asignaron roles a los integrantes de cada equipo, por ello, en la tabla 8 sólo se registraron datos en la última fila.

Los valores que se registraron en la pregunta 10 nos indican que el 78% de los estudiantes, consideraron que los miembros de los equipos asumieron la función que les correspondía adecuadamente. De manera que la responsabilidad, coordinación y la ejecución

cooperativa durante la actividad realizada fueron fundamentales para lograr los objetivos de aprendizaje.

En los resultados obtenidos en la pregunta 11 se observa que para el 92% de los alumnos, el desempeño del compañero que asumió el rol de líder fue de forma democrática y, por lo tanto, se favoreció el dialogo, la tolerancia, el respeto, la responsabilidad y el intercambio de ideas apropiadamente.

Determinar funciones o roles entre los integrantes de un equipo que trabaja en un entorno cooperativo, es una de las maneras más eficaces de asegurarse de que todos trabajen al parejo y de forma productiva, pues en ocasiones, los alumnos se niegan a trabajar o no saben cómo contribuir al buen desarrollo del trabajo en equipo. De manera que los roles indican qué puede esperar cada integrante del equipo que hagan los demás y, por tanto, qué está obligado a hacer cada uno de ellos; además, la asignación de roles crea una mayor interdependencia entre los miembros del equipo (Johnson, *et. al.* 2004: 53)

Específicamente, durante esta sesión y de acuerdo a los resultados que arrojaron en su conjunto las opiniones de los alumnos en las preguntas 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 y 11 que integraron el formato del cuestionario de control del trabajo en equipos cooperativos para la misma, se tienen elementos suficientes para poder asegurar que al ir avanzando en las sesiones, los estudiantes aumentaron el nivel de interdependencia positiva, la interacción cara a cara, la responsabilidad individual y de grupo, la promoción de habilidades interpersonales y de manejo de grupos pequeños; pero además, un aspecto a destacar en la sesión cuatro, es que se dio un adecuado procesamiento grupal de la información revisada en las sesiones anteriores, ya que durante la actividad se instrumentó la investigación en grupo como la estrategia de AC para conseguir el objetivo de aprendizaje, los alumnos pudieron integrar sus conocimientos,

compartir, ayudar, pedir ayuda, tomar decisiones y construir el conocimiento de forma significativa.

Lo anterior resalta la función del uso apropiado del lenguaje entre los alumnos, este como un instrumento de mediación jugó un papel muy importante para que los alumnos lograran la interiorización de los nuevos conocimientos. En este sentido, la comunicación entre los alumnos resultado de una interacción constante entre los mismos, promovió la regulación externa (social) de los procesos cognoscitivos a través de un adecuado intercambio lingüístico y, con ello, el conflicto sociocognoscitivo para reforzar o reestructurar sus ideas y el manejo de conceptos sobre el proceso de fotosíntesis.

Se registraron también algunos comentarios hechos por los alumnos al finalizar cada una de las sesiones durante el tratamiento. Así, la opinión de algunos fue:

Me gusto trabajar de forma cooperativa, porque así desarrollo mi aprendizaje más rápido

(Sofía).

Las actividades fueron buenas, ya que es una manera de aprender de forma divertida

(Laura).

Es muy interesante trabajar en equipos cooperativos (Josué).

Consecuentemente, con los resultados descritos se puede testificar que la percepción de los estudiantes, con respecto al control de trabajo y del desempeño de las funciones de los integrantes de cada equipo cooperativo durante el tratamiento, fue correcta y favoreció la interacción alumno-alumno, así como, a establecer un entorno apropiado para la construcción social del conocimiento. También confirman que la manipulación experimental en esta investigación fue la adecuada, ya que el trabajo realizado fue, de acuerdo a las opiniones de los alumnos, en un entorno cooperativo, lo que posiblemente promovió la creación de zonas de desarrollo potencial y, con ello, igualdad de oportunidades para el aprendizaje del contenido de

instrucción, el desarrollo de habilidades sociales y la promoción de actitudes positivas hacia el trabajo en equipo.

4.4.2. CUESTIONARIO DE AUTOEVALUACIÓN

El último instrumento para la recolección de datos que se aplicó en esta investigación, fue una autoevaluación donde los alumnos expresaron sus opiniones sobre su desempeño en los equipos en los que participaron. La siguiente tabla muestra los resultados:

Tabla 9. Resultados del cuestionario No. 3 de autoevaluación de los alumnos durante el tratamiento

Autoevaluación	1ª Sesión				2ª Sesión				3ª Sesión				4ª Sesión				Total	
	Si	%	No	%	Si%	No%												
1. ¿He cumplido con todas las actividades realizadas?	23	100			23	100			23	100			23	100			100	0
2. ¿He escuchado atentamente a mis compañeros mientras participan?	22	96	1	4	23	100			23	100			23	100			99	1
3. ¿He esperado mi turno para participar?	22	96	1	4	23	100			23	100			22	96	1	4	98	2
4. ¿He animado a los otros a cumplir con las actividades y con las normas?	14	61	9	39	18	78	5	22	21	91	2	9	18	78	5	22	77	23
5. ¿He expuesto mis ideas y trabajo al equipo?	22	96	1	4	23	100			23	100			21	91	2	9	97	3
6. ¿He preguntado a los demás por sus ideas?	22	96	1	4	20	87	3	13	21	91	2	9	19	83	4	17	89	11
7. ¿He compartido con los demás materiales e información?	21	91	2	9	22	96	1	4	22	96	1	4	21	91	2	9	93	7
8. ¿He ayudado a mis compañeros de equipo?	21	91	2	9	22	96	1	4	22	96	1	4	22	96	1	4	95	5
9. ¿He pedido ayuda al equipo cuando la necesito?	17	74	6	26	18	78	5	22	21	91	2	9	23	100			86	14
10. ¿He felicitado a algún compañero por sus ideas y trabajo en equipo?	12	52	11	48	8	35	15	75	17	74	6	26	9	39	14	61	50	50
11. ¿Me siento satisfecho por lo que aprendí del proceso de fotosíntesis?	21	91	2	9	18	78	5	22	22	96	1	4	22	96	1	4	90	10

La tabla 9 muestra los porcentajes de los resultados del cuestionario de autoevaluación sobre el desempeño individual en cada una de las sesiones que duro el tratamiento; asimismo, se calculó el porcentaje promedio de todas las sesiones para cada pregunta con la intención de contar con un referente general de lo que ocurrió en clase durante las actividades de AC.

Así, de acuerdo a los datos derivados de la autoevaluación el 100% de los alumnos manifestó que durante las cuatro sesiones cumplieron con todas las actividades realizadas en clase. El 99% escuchó con respeto a sus compañeros mientras participaban en actividades cooperativas y, el 98% de los estudiantes esperaron su turno para participar.

Con respecto a la retroalimentación entre los miembros de los equipos, el 77% de ellos mencionaron que animaron a sus compañeros a cumplir con las actividades y con las normas establecidas para el trabajo en equipos cooperativos; el resto señaló no haber animado a sus compañeros y no les interesó si se cumplían o no las normas sociales en los equipos. Este dato es una evidencia de que para algunos alumnos, el individualismo sigue siendo un modelo a seguir en la escuela, pues al parecer se preocuparon más por sus propios logros, sin importar el de los demás; afortunadamente, la mayoría de los alumnos no mantuvieron esta posición. La constante retroalimentación entre compañeros durante el tratamiento, benefició la parte afectiva de los estudiantes y su valoración como parte de un grupo de iguales, lo que posiblemente mantuvo el interés, la motivación, los deseos por aprender, la regulación del comportamiento y la potencialización de habilidades sociales en los estudiantes.

La cordialidad y el respeto entre los alumnos se reflejaron en los datos obtenidos de las preguntas 5 y 6, por un lado, el 97% de los alumnos expresaron sus ideas y aportaron para la realización de las tareas en beneficio del equipo; mientras, que el 89% preguntó a sus compañeros sus ideas y opiniones sobre lo que se estaba revisando; de manera que se promovió

entre los integrantes de los equipos la interdependencia positiva. Además, el 93% compartió con los compañeros materiales e información que pudiera ser relevante para el cumplimiento de las tareas.

El 95% de los estudiantes señalaron que ayudaron a sus compañeros de equipo; mientras que el 86% manifestaron que cuando fue necesario solicitaron ayuda al equipo en la solución de las tareas. Lo anterior, refleja que ayudar y pedir ayuda promovió que la interdependencia positiva y el desarrollo de habilidades sociales estuvieran presentes a lo largo del tratamiento. Esto permite aseverar que en el AC como estrategia de enseñanza, el aprendizaje de un contenido en un grupo de iguales, es una situación particularmente propicia para que los estudiantes se ayuden mutuamente con el fin de superar las dificultades que encuentran o los errores que cometen durante la realización de una tarea, es decir, mejorar las habilidades intelectuales.

Al respecto, Doise, Mugny y Perret-Clermont, (1975); Perret-Clermont (1979), citados por Coll y Colomina (1997: 345) después de analizar en varias investigaciones el impacto de la relación entre iguales sobre el proceso de socialización y el desarrollo intelectual, encontraron que la ejecución colectiva de una tarea da lugar a productos más elaborados, incluso más correctos, que los productos que presentan los mismos alumnos cuando trabajan individualmente. De manera que la posibilidad de confrontar el punto de vista propio con otros ajenos que caracteriza al AC, puede ser un factor que produzca un progreso intelectual y el desarrollo de habilidades sociales.

Solsona (2003. 97), señala que:

El trabajo cooperativo amplía el campo de experiencia del alumnado y aumenta sus habilidades comunicativas al entrenarlos en saber reconocer los puntos de vista de los demás, al potenciar las habilidades de trabajo en grupo, ya sea para defender los propios argumentos o para cambiar de opinión si es necesario.

Sin duda, el aspecto que es necesario seguir trabajando en el salón de clases con los alumnos en todos los niveles educativos, es la promoción de reconocimientos entre los educandos y la valoración de los logros tanto individuales, como en equipos de trabajo. Particularmente, en esta investigación se encontró que el 50% de los estudiantes del grupo experimental brindaron un reconocimiento al trabajo de sus compañeros de equipo y al grupo en general, situación que es lo más deseable, ya que el otro 50% no felicitó a algún compañero por sus aportaciones al trabajo del equipo. Así, se hace nuevamente presente la tendencia al individualismo y a la competencia entre los alumnos, ya que el reconocimiento al logro académico de los demás, es un elemento que probablemente no se fomentó en ellos durante su educación básica (primaria y secundaria) lo que significa entonces, que durante estas etapas de su formación escolar recibieron una instrucción tradicional, donde predominaron las estructuras individualista y competitiva en las actividades en clase.

Ahora bien, el 90% de los alumnos se sintieron satisfechos por los aprendizajes que lograron del contenido de instrucción durante el AC, lo anterior se manifestó en las calificaciones conseguidas durante la realización de las actividades programadas (anexo 11). De manera que para un porcentaje considerable de estudiantes, las estrategias de AC son una condición favorable para el aprendizaje del proceso de fotosíntesis; esto se reafirmó al comparar estadísticamente las puntuaciones obtenidas en la posprueba con respecto a la preprueba, donde se muestra una correlación positiva entre la instrucción cooperativa y el rendimiento académico del grupo. Además, de acuerdo a la información registrada en la autoevaluación de los estudiantes, así como, en los cuestionarios de control de trabajo en los equipos cooperativos, los alumnos señalaron que tuvieron un entorno favorable para desarrollar habilidades sociales en la interacción con sus compañeros.

De manera que el aula es un complejo mundo de relaciones sociales (profesor-alumno; alumno-alumno) y el escenario de un continuo juego de papeles, en el que los alumnos reconstruyen el saber acumulado por nuestra cultura y recrean los sentimientos, afectos y valores que nos son propios, gracias al efecto intencional de las prácticas educativas entre ellas, el modelo de instrucción cooperativa (Echeita, 1995: 177) enmarcado en el constructivismo social.

En este sentido, en la presente investigación se obtuvieron evidencias que demostraron que el AC también fue una condición propicia para que los alumnos desarrollaran habilidades sociales y actitudes positivas hacia el aprendizaje del contenido. Entre las investigaciones que llegaron a estos mismos resultados, se tienen los realizados por Cadoche, Pastorelli y Tomatis (2005); Torres y Díaz (2005); Denegri, Opazo y Martínez (2007); Villasana y Dorrego (2007); Mondéjar, Vargas y Mesenguer (2007); Fernández (2007) y Reyes (2007), quienes evaluaron las posibilidades que ofrece la estructura de AC para mejorar las habilidades sociales de alumnos de distintos niveles académicos. De acuerdo a sus resultados, concluyeron que a través del AC, los alumnos mejoraron la competencia interpersonal, la construcción y mantenimiento de relaciones positivas, respeto, confianza, aceptación y asertividad. Aumentó el grado de motivación y el trabajo entre iguales generó un ambiente adecuado para facilitar el aprendizaje y el desarrollo de habilidades sociales.

Por otro lado, resulta importante recordar que en esta investigación se determinó que el AC y el modelo de enseñanza tradicional fueron igual de eficaces para el aprendizaje del contenido de instrucción; sin embargo existen trabajos²⁴, como los realizados por Cano (2007); Benítez y Rosas (2007); Pons, González-Herrero y Serrano (2008); Adeyemi (2008) y Alvarado (2008), que han confirmado la eficacia del AC en el rendimiento académico en comparación con algún otro modelo didáctico.

²⁴ Además de los ya mencionados en las páginas 121 y 122 de este trabajo.

Lo anterior demuestra que el AC es una alternativa didáctica que favorece el rendimiento académico, como ocurrió en esta investigación con el grupo experimental que avanzó significativamente en su aprendizaje del contenido de instrucción. Además, se propició el desarrollo de habilidades sociales.

Por tanto, reconocer que la enseñanza debe individualizarse en el sentido de permitir a cada alumno trabajar con independencia y a su propio ritmo, también se hace necesario promover la cooperación y el trabajo grupal, ya que éste establece relaciones con los demás alumnos. De igual forma, puede tener efectos positivos en el rendimiento académico, así como también en las relaciones socio-afectivas, aumentando la motivación para realizar las tareas programadas siempre y cuando el profesor promueva constantemente el respeto, la solidaridad, los sentimientos de obligación y ayuda, como elementos esenciales que integran un esquema de valores y, al mismo tiempo, pueden contribuir para la construcción del conocimiento deseable entre los estudiantes. Así, entre la literatura especializada que también respalda los resultados de esta investigación, se cita a Echeita (2003: 35), quien señala que:

El AC constituye un escenario privilegiado para promover los procesos psicosociales básicos (metas de aprendizaje, regulación lingüística, conflictos sociocognoscitivos, etc.), que apoyan el aprendizaje significativo de los contenidos escolares y, a través de él, se logran rendimientos académicos, al menos, semejantes a los que se alcanzan con otras estructuras de aprendizaje.

Johnson; Maruyama; Johnson, Nelson y Skon realizaron en 1981 una extensa y cuidadosa revisión de estudios empíricos hechos hasta ese momento, llegando a las siguientes conclusiones:

- Las situaciones cooperativas son superiores a las competitivas en cuanto al rendimiento y la productividad de los participantes.

- Las situaciones cooperativas son superiores a las individualistas en cuanto al rendimiento y la productividad de los participantes (citados por Coll y Colomina, 1997: 341; Coll, 2000: 109-111).

En 1989 y 1990 Johnson y Johnson dirigieron un equipo de trabajo para analizar más de 100 investigaciones destinadas a estudiantes de todas las edades, con tareas y áreas del conocimiento diversas, donde se contrastó el trabajo individual, las situaciones de competencia y el AC. Sus conclusiones fueron las siguientes en cuanto a:

- Rendimiento académico. El ambiente cooperativo fue superior al aprendizaje individual y competitivo en tareas y áreas muy diversas, en aspectos como la adquisición, retención y transferencia de conocimientos. Estos resultados se observaron en todos los niveles educativos estudiados.
- Relaciones socioafectivas. Se detectaron mejoras importantes en las relaciones interpersonales de los estudiantes que participaron en escenarios cooperativos. Específicamente, se observaron incrementos en la solidaridad, sentimientos recíprocos de ayuda y obligación, el respeto mutuo y muy especialmente, hubo un incremento notable en la autoestima de los participantes (citados por Díaz-Barriga y Hernández, 2002: 110).

Esto concuerda con Coll y Colomina (1990) que señalan que “el trabajo en equipos cooperativos tiene efectos en el rendimiento académico de los alumnos, así como en las relaciones socio-afectivas que se establecen entre ellos” (citados en Díaz- Barriga y Hernández 2002: 111).

En este sentido, algunas de las más importantes consecuencias de las relaciones entre compañeros según Johnson y Matross, 1977; Johnson, 1979; Johnson y Johnson, 1987a, son las siguientes:

- En sus interacciones con los compañeros, los alumnos aprenden directamente actitudes, valores, habilidades e información que no pueden obtener de los adultos.
- La interacción con compañeros proporciona oportunidades para practicar la conducta prosocial y modelos de tal conducta.
- Los compañeros proporcionan modelos, expectativas, direcciones y refuerzos para aprender a controlar sus impulsos.
- Los alumnos aprenden a ver las situaciones y problemas desde otras perspectivas que las suyas propias a través de sus interacciones con compañeros.
- La autonomía, que es la capacidad para entender lo que los otros esperan en una situación dada y para ser libres de elegir si satisfacer o no tales expectativas, se desarrolla mejor a través de la interacción con los compañeros.
- La interacción con los iguales les produce a los alumnos una identidad social coherente e integrada, pues es a través de las relaciones con los compañeros como se desarrolla un marco de referencia para percibirse a sí mismo, dado que esas interacciones les permiten desempeñar diferentes roles sociales, darse cuenta de sus similitudes y de sus diferencias con los demás, etcétera.
- La capacidad de mantener unas relaciones interdependientes y cooperativas es una importante manifestación de salud psicológica.
- Las aspiraciones educativas de los estudiantes pueden estar más influidas por los compañeros que por cualquier otra influencia escolar (citados por Ovejero, 1990: 153-155; Coll y Colomina 1997: 343) y; Ferreiro y Calderón 2001: 25).

El metanálisis más reciente de Johnson, *et al.*, (2000) realizado sobre 158 trabajos publicados entre 1970 y 1999, revela que los ocho métodos de AC analizados allí, dieron lugar a

un rendimiento académico mayor en comparación con métodos tradicionales: individualista y competitivo (citado por Goikoetxea y Pascual, 2002). Concretamente, la investigación en grupo de Sharan, Sharan y *cols.*, y el Jigsaw de Aronson (1978), entre ellos. Métodos o estrategias de enseñanza de AC que se instrumentaron en esta investigación.

Lo anterior constituye sólo parte de un amplio referente teórico en el que se fundamenta el potencial educativo del AC como un modelo didáctico que brinda a los estudiantes una alternativa para la construcción social del aprendizaje con igualdad de oportunidades, a través de la mediación que permite incrementar el desarrollo de relaciones interpersonales e intrapersonales de asimilación.

CONCLUSIONES

El aprendizaje cooperativo se ha convertido en un modelo educativo ampliamente investigado a lo largo de las cuatro últimas décadas y crecientemente aplicado en todos los niveles de la educación, desde preescolar hasta universitario; en casi todas las áreas de contenido, desde la enseñanza de las ciencias sociales hasta las ingenierías; en entornos presenciales, semipresenciales y a distancia; y en la mayoría de los casos contrastando su eficiencia con situaciones de enseñanza tradicional.

En este sentido, en la presente investigación se evaluó una intervención didáctica basada en el aprendizaje cooperativo para determinar su efecto en el aprendizaje de un contenido de instrucción específico; asimismo se comparó con el modelo tradicional de enseñanza (competitivo e individual) para establecer diferencias significativas antes y después de la intervención; por tanto, se diseñaron y aplicaron estrategias didácticas de tipo cooperativo para el tratamiento en el aula; también se diseñaron y aplicaron instrumentos para evaluar el rendimiento académico y la apreciación de los alumnos sobre el trabajo realizado. De manera que las siguientes conclusiones tienen como sustento teórico información obtenida a partir de la instrumentación de un diseño metodológico con una estructura de instrucción cooperativa, respaldada en el cumplimiento del objetivo general y del específico establecido en esta investigación.

Con base en el análisis cuantitativo y cualitativo de los resultados obtenidos se puede concluir que:

1. Se cumplió con el objetivo general de esta investigación; es decir, se logró evaluar si el AC como estrategia de enseñanza favorece el aprendizaje del proceso de fotosíntesis.

2. El objetivo específico para esta investigación se cumplió, en tanto que se comparó estadísticamente el rendimiento académico a partir del aprendizaje de conceptos teóricos del proceso de fotosíntesis, entre alumnos que participaron en grupos cooperativos y alumnos que trabajaron con el modelo tradicional, a través de una evaluación inicial y una evaluación final.
3. El grado de validez interna de la investigación fue pertinente, ya que a pesar de que los grupos en comparación eran intactos y no se realizaron acciones de emparejamiento, y los valores obtenidos del estadístico de prueba aplicado, demostraron que no eran equiparables en cuanto a conocimientos sobre fotosíntesis. Los resultados del diagnóstico de datos personales mostraron algunos factores que si eran equiparables, que junto con otros presentes en la aplicación del tratamiento, se mantuvieron controlados en ambos grupos durante las cuatro sesiones para aumentar la certeza de que los resultados fueron consecuencia de la enseñanza basada en el AC y no a otros factores.
4. El diseño de la instrucción cooperativa para la intervención de la enseñanza del proceso de fotosíntesis en el grupo experimental es válido, ya que de acuerdo a la evaluación de los alumnos sobre las estrategias aplicadas, se demostró que este modelo educativo promovió en ellos un aumento en su rendimiento escolar, el desarrollo de habilidades intelectuales y sociales, a través de favorecer la interdependencia positiva, la interacción cara a cara, la responsabilidad individual y de equipo, el desarrollo de habilidades interpersonales, de manejo de grupos pequeños y el procesamiento de la información en equipo; elementos básicos en el AC.
5. Con base en los valores obtenidos en el estadístico de prueba t de Student para muestras pareadas, se obtuvo evidencia para demostrar que el aprendizaje cooperativo como

estrategia de enseñanza, favoreció el aprendizaje del proceso de fotosíntesis y las vías metabólicas que intervienen, en estudiantes del 5º semestre del Colegio de Ciencias y Humanidades; asimismo, se confirma que existió una correlación positiva entre el AC y el rendimiento académico. Además se puede aseverar que la interacción social que predominó entre los alumnos que participaron en el AC, fue el punto de partida para el conflicto cognoscitivo en la mayoría de ellos y, cuyos efectos posteriores se reflejaron en la reestructuración del dominio de conceptos teóricos sobre el proceso de fotosíntesis a partir de las puntuaciones obtenidas en la posprueba con respecto a la preprueba.

6. Al comparar el valor promedio de la posprueba entre el grupo control y el experimental, el estadístico de prueba t de Student para muestras independientes brindó información para afirmar que no existieron diferencias en el aprendizaje del proceso de fotosíntesis entre un grupo de estudiantes que trabajó con el modelo de enseñanza tradicional y otro que trabajó con el modelo de enseñanza basado en actividades de AC. Ambos modelos de instrucción mejoraron el rendimiento académico de los alumnos de los dos grupos.
7. Con base en los valores estadísticos y su interpretación, se rechaza la hipótesis de trabajo (H_0), de manera que se afirma que la enseñanza basada en estrategias de aprendizaje cooperativo no es más eficaz para el aprendizaje de conceptos teóricos y vías metabólicas que intervienen en el proceso de fotosíntesis que el modelo de enseñanza tradicional.
8. Si bien, el aprendizaje cooperativo como estrategia didáctica no fue más eficaz comparado con la enseñanza competitiva e individual para mejorar el aprendizaje; en este trabajo se obtuvieron evidencias a partir de cuestionarios, y cuyo análisis cualitativo, permite afirmar que los alumnos mejoraron en sus habilidades sociales, actitud hacia el trabajo en equipo y hacia el aprendizaje del proceso de fotosíntesis.

9. En opinión de los estudiantes del grupo experimental, trabajar en un entorno cooperativo es adecuado para generar escenarios de igualdad y mutualidad, ya que en la interacción alumno-alumno se recibió y brindó ayuda en beneficio de todos, lo que originó situaciones de conflictos sociocognitivos entre los estudiantes y con ello, una reestructuración cognitiva y un aumento en el grado de elaboración de las tareas. Además, se logró favorecer entre los alumnos, el respeto, la tolerancia y la coordinación durante la ejecución de las tareas, pues tuvieron la oportunidad de escuchar a los demás y expresar sus propias opiniones. También, los estudiantes quedaron satisfechos con los resultados de las discusiones que se establecieron entre iguales y motivados para volver a participar en equipos cooperativos.
10. La instrucción cooperativa generó actitudes positivas para la construcción conjunta de los conocimientos, ya que en su mayoría, los alumnos señalaron en su autoevaluación, que la interacción entre iguales les permitió incrementar el sentido de pertenencia a un grupo; por lo tanto, se sintieron bien, cumplieron con las normas establecidas para realizar el trabajo, respetaron el tiempo y la opinión de los compañeros, preguntaron a los demás cuando fue necesario, compartieron materiales, externaron sus ideas y el reconocimiento hacia los otros cuando se requería y, particularmente, se sintieron satisfechos por lo que aprendieron del proceso de fotosíntesis durante el tratamiento. En consecuencia en esta investigación, la instrucción cooperativa permitió crear zonas de desarrollo próximo; es decir, incrementaron las posibilidades de los estudiantes de aprender en el ambiente social y en la interacción con los demás.
11. No se puede afirmar una validez externa de esta investigación; es decir, no se tienen elementos suficientes para generalizar que los resultados obtenidos se pueden dar también

en otros sujetos o poblaciones, ya que la investigación fue local y específicamente en un solo grupo de alumnos.

12. El aprendizaje cooperativo como estrategia de enseñanza de cualquier campo del conocimiento, puede ser adaptado para la formación integral de los alumnos del Colegio de Ciencias y Humanidades; particularmente, en esta investigación se demostró que funciona para el aprendizaje del proceso de fotosíntesis, tema impartido en la asignatura de Biología III; es decir, cumple con los componentes fundamentales para la transmisión de una cultura básica. Además, con la aplicación adecuada en el salón de clases, resulta un modelo de instrucción que integra las orientaciones del quehacer educativo del Colegio: *aprender a aprender, aprender a hacer y aprender a ser*; de manera que la construcción del conocimiento mediada por los otros aumenta significativamente el proceso de aprendizaje.

Por tanto, el AC se convierte entonces en una respuesta ante el individualismo, la competencia, el desfase entre la escuela y lo que en ella ocurre con la sociedad contemporánea, y la crisis de valores. Esta forma de trabajo en el aula hace posible que la igualdad de derechos se convierta en igualdad de oportunidades para los alumnos, al descubrir por ellos mismos el valor de trabajar juntos, de comprometerse y de responsabilizarse con su propio aprendizaje y el de los demás, en un ambiente que favorezca la cooperación, desarrollándose así la solidaridad, el respeto, la tolerancia, el pensamiento crítico y creativo (Ferreiro y Calderón, 2001: 25).

Al respecto Johnson y Johnson (1987, citados en Barnett, 2003: 123), han dicho:

Durante años, la escuela ha creado expectativas poco realistas sobre qué es la vida en familia y el lugar de trabajo. La mayoría de trabajos no implican sentarse con ellos. Trabajos en equipo, de cooperación, coordinación y división de las tareas son característicos de la mayoría de las situaciones reales en la vida. Ya es hora de que la escuela refleje la realidad de lo que es la vida

adulta.

También, resulta eficaz para atender a la diversidad de necesidades, intereses, motivaciones y capacidades del alumnado. Según Soto (2009: 6) “el AC potencia la motivación intrínseca en oposición a otras estructuras que inducen a la valoración de factores externos como por ejemplo, el aprendizaje individual y competitivo”.

Ahora bien, la evidencia empírica disponible hoy, tanto sobre el fundamento, como sobre los beneficios y características del AC, es suficiente para animar al empleo de la misma. De hecho, no es una idea arriesgada (o injustificada) afirmar que el uso del AC es una asignatura pendiente en las aulas, y no es un deseo vano esperar que en el futuro los esfuerzos de formación y de orientación del profesorado tengan en cuenta las potencialidades de esta opción.

Lo anterior, compromete a difundir la experiencia de esta investigación y la posibilidad de sugerir algunas propuestas que emanan de los resultados de este trabajo:

- Es importante una mayor experiencia del docente para el manejo en clase del AC como estrategia didáctica.
- Diseñar de forma colegiada estructuras educativas basadas en el AC.
- En futuras investigaciones sobre el potencial del AC, es necesario aumentar el tiempo de intervención para contar con mayor evidencia de su eficacia en la promoción del rendimiento académico y habilidades sociales.
- Para evaluar el comportamiento de un grupo sujeto a la instrucción cooperativo, es importante tener el control sobre el mayor número de factores que puedan influir en los resultados; asimismo, trabajar en la medida de lo posible con grupos emparejados y alumnos elegidos al azar antes del tratamiento, para contar con la validez interna requerida en la investigación.

- Aumentar el número de grupos que participen en una investigación sobre el AC.
- Fomentar el aprendizaje cooperativo entre los docentes, para buscar soluciones a los problemas que presentan algunos conceptos durante su enseñanza.

REFERENCIAS

- Adeyemi, A. B. (2008). Efectos del aprendizaje cooperativo y las estrategias de resolución de problemas en el rendimiento de estudiantes del primer ciclo de Secundaria en Ciencias Sociales. *Revista Electrónica de investigación Psicoeducativa*, 6 (16): 691-708. Recuperado de http://www.investigacion-psicopedagogica.org/revista/articulos/16/espanol/Art_16_181.pdf
- Anderson, C. W., Sheldon, T. H. y Dubay, J. (1990). The effects of instruction on college nonmajor's conceptions of respiration and photosynthesis. *Journal of research in Science Teaching*. 8 (27): 761-776.
- Alanis, M. M. (2012). *Aprendizaje cooperativo: una estrategia para la adquisición de conocimientos biológicos en bachillerato*. (Tesis de Maestría, Universidad Nacional Autónoma de México). Recuperado de <http://132.248.9.195/ptd2012/noviembre/094043637/Index.html>
- Alvarado, C. J. L. (2008). *Efectos del aprendizaje cooperativo en la generación de significados en el tema de funciones lineales*. (Tesis de Maestría, Universidad Pedagógica Nacional). Recuperado de <http://biblioteca.ajusco.upn.mx/pdf/25550.pdf>
- Ausubel, P. D. (1980). *Psicología Educativa: Un punto de vista cognoscitivo*. 2ª reimpresión. México: Trillas.
- Barba, A. A., y Luna, R. B. S., (1994). La enseñanza de la Ciencias Biológicas: Evolución e Instituciones. En: *Boletín de Investigación, Educación y sus nexos*. Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, UNAM. 1 (2): 16-22.
- Barnés de Castro. (1997). Proyecto de Plan de Desarrollo 1997-2000. *Gaceta UNAM, Suplemento Especial*. México: CCH-UNAM, no. 3146.

- Barnett, L. (2003). El aprendizaje cooperativo y las estrategias sociales. En: Barnett, L., Echeita, G., Escofet, N., *et. al.* (1ª ed.). *Motivación, tratamiento de la diversidad y rendimiento académico. El aprendizaje cooperativo.* (pp. 117-124). España: Graó.
- Bazán, L. J. (2001). Horizontes actuales de la educación media superior, en: Bazán, J. (coord.) *Educación Media Superior. Aportes. (Volumen I)*, México: UNAM-CCH, pp. 15-46.
- Benítez, C. C. G y Rosas, C. J. E. (2007). *El aprendizaje cooperativo como parte del proceso de enseñanza-aprendizaje en el nivel universitario.* (Tesis de Licenciatura, Universidad Pedagógica Nacional). Recuperado de <http://biblioteca.ajusco.upn.mx/pdf/24480.pdf>
- Bisquerra, R. (1996). *Métodos de Investigación Educativa.* 2ª ed. Barcelona: CEAC.
- Brezmes, A. J. (2014) *El aprendizaje Cooperativo en la Enseñanza de Ciencias Naturales, Biología y Geología.* (Trabajo fin de Máster, Universidad de Valladolid). Recuperado de <http://uvadoc.uva.es/handle/10324/6312>
- Bustamante, R. A. (2006). Educación, compromiso social y formación docente. *Revista Ibero-Americana de Educación (OEI). Para la Educación de la Ciencia y la Cultura. Columna de opinión.* Recuperado de <http://www.rieoei.org/opinion16.htm>
- Cadoche, L., Pastorelli, S. y Tomatis, J. P. (2005). Socioconstrucción del conocimiento: Una propuesta de aprendizaje cooperativo. *Revista Electrónica de Veterinaria (REDVET)*, VI (10) octubre-2005. Recuperado de <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n101005/100514.pdf>
- Cano, T. M. C. (2007). *Aprendizaje Cooperativo en Educación Infantil: un estudio comparado de las relaciones de Tutoría y Cooperación en el área de Educación Plástica.* (Tesis de Licenciatura, Universidad de Murcia). Recuperado de http://www.tesisenred.net/TDR-0121108-100800/index_cs.html

- Castelló, T. (1998). Procesos de cooperación en el aula. En Mir, C. (coord.), Casteleiro, M. J., Castelló, T., Cirera, I., García, T. M., Jorga, A., Leciñena, M., Molina, L., Pardo, M. A., Rué, J., Torredemer, M. y Vila, I. *Cooperar en la escuela. La responsabilidad de educar para la democracia* (pp. 51-70). España: Graó.
- Castrejón, D. J. (1985). *Estudiantes, bachillerato y sociedad*. México: Colegio de Bachilleres.
- CCH-UACB. (1979). *Programas: documentos de trabajo*. Secretaría Auxiliar Académica. 1^a, ed. México: UNAM.
- (1996). *Plan de Estudios Actualizado*. México: UNAM.
- (2004). *Programas de estudio de Biología I-IV*. Área de Ciencias Experimentales. México: UNAM.
- CCH-UNAM. (2015). *Historia del Colegio de Ciencias y Humanidades*. México: UNAM.
- Recuperado de <http://www.cch.unam.mx/historia>
- Colección VIDEOCIENCIAS (Productora). (s.f.). *Viendo la luz*. [video]. Recuperado de www.youtube.com/user/VIDEOCIENCIAS.
- Colección VIDEOCIENCIAS (Productora). (s.f.). *Absorbiendo la luz*. [video]. Recuperado de www.youtube.com/user/VIDEOCIENCIAS.
- Colección VIDEOCIENCIAS (Productora). (s.f.). *La reacción luminosa*. [video]. Recuperado de www.youtube.com/user/VIDEOCIENCIAS.
- Coll, S. C. (2000). *Aprendizaje escolar y construcción del conocimiento*. México: Paidós.
- Coll, C. y Colomina, R. (1997). Interacción entre alumnos y aprendizaje escolar. En Coll, C., Palacios, J. y Marchesi, A. (comps.) *Desarrollo psicológico y educación, II. Psicología de la educación* (pp. 335-354). 9^a reimpresión. España: Alianza.
- Comenio, J. A., (2003). *Didáctica Magna*. México: Porrúa.

- Contreras, D. J. (1994). *Enseñanza, Currículum y Profesorado*. 2ª ed. Madrid: Akal.
- Cruz, V. A. E. (2003). *Propuesta Didáctica: Uso de estrategias de aprendizaje cooperativo para la enseñanza de la Biología en estudiantes de educación media superior de la Universidad Autónoma de Nuevo León*. (Tesis de Maestría, Universidad Autónoma de Nuevo León). Recuperado de <http://cdigital.dgb.uanl.mx/te/1020149429.pdf>
- Daniel, W. W. (2001). *Bioestadística. Base para el análisis de las ciencias de la salud*. 8ª reimp. de la 3ª ed. México: Limusa.
- De León, S. M. I. (2013). *Aprendizaje Cooperativo como estrategia para el aprendizaje del idioma inglés*. (Tesis de Licenciatura, Universidad Rafael Landívar). Recuperado de <http://biblio3.url.edu.gt/Tesario/2013/05/09/De%20Leon-Maria.pdf>
- Del río, M. J. (1997). Comportamiento y aprendizaje: Teorías y aplicaciones escolares. En Coll, C., Palacios, J. y Marchesi, A. (comps.) *Desarrollo psicológico y educación, II. Psicología de la educación* (pp. 33-54). 9ª reimpresión. España: Alianza.
- Denegri, C. M., Opazo, P. C y Martínez, T. G. (2007). Aprendizaje cooperativo y desarrollo del autoconcepto en estudiantes chilenos. *Revista Pedagógica*. 28 (81): 13-41. Recuperado de http://www.scielo.org.ve/scielo.php?pid=S0798-97922007000100002&script=sci_arttext
- Díaz-Barriga, F. (2006). *Enseñanza Situada*. México: McGraw-Hill/ Interamericana.
- Díaz-Barriga, F. y Hernández, G. (2002). *Estrategias Docentes para un Aprendizaje Significativo. Una Interpretación Constructivista*. 2ª ed. México: Mc Graw-Hill.
- Díaz-Barriga, A., Martínez, D., Reygadas, R. y Villaseñor, G. (1990). El diseño curricular en la Universidad Autónoma Metropolitana Xochimilco. (Un estudio exploratorio desde la práctica docente), en: *Revista de la Educación Superior*. XIX (2) (74): 51-94.

- Driver, R., Guesne, E y Tiberghien. A. (1989). *Ideas científicas en la infancia y la adolescencia*. Madrid: Morata.
- Echeita, S. G. (1995). El aprendizaje cooperativo. Un análisis psicosocial de sus ventajas respecto a otras estructuras de aprendizaje. En Fernández, B. P. y Melero, Z. M. (comps.) *La interacción social en contextos educativos* (pp. 167-192). Madrid: Siglo XXI.
- Echeita, S. G. (2003). Sentir el apoyo de los compañeros. Las estrategias de aprendizaje cooperativo. En: Barnett, L., Echeita, G., Escofet, N., et. al. (1ª ed.). *Motivación, tratamiento de la diversidad y rendimiento académico. El aprendizaje cooperativo*. (pp. 33-37). España: Graó.
- Eisen, Y. y Stavy, R. (1988). Student's understanding of photosynthesis. *The American Biology Teacher*. 5 (50): 208-212.
- Elorza, P. T. H. (2000) *Estadística para las ciencias sociales y del comportamiento*. 2ª ed. México: Oxford.
- Fernández de la Reguera, H. E. (2014). *Estrategias Docentes en Secundaria: Una experiencia de Aprendizaje Cooperativo en Ciencias Naturales*. (Trabajo fin de Máster, Universidad de Valladolid). Recuperado de <http://uvadoc.uva.es/handle/10324/3090>
- Fernández, H. A. (2007). El aprendizaje cooperativo: un método eficaz en la enseñanza de la parte general del Derecho Penal. *VII Jornada sobre Aprendizaje Cooperativo, JACO7, Grupo de Estudio en Innovación Docente en Ingeniería*. Universidad de Valladolid, España. Recuperado de <http://www.greidi.uva.es/JACO7/ficheros/35.pdf>
- Ferreiro, G. R. y Calderón, E. M. (2001). *El A B C del Aprendizaje Cooperativo*. 2ª reimpresión. México: Trillas.
- Ferreiro, G. R. (2004). *Estrategias didácticas de aprendizaje cooperativo. El constructivismo*

- social: una nueva forma de enseñar y aprender*. 1ª ed. 1ª reimpresión. México: Trillas.
- Fuhrman, N. E., Copenheaver, C. A. y Duncan, D. W. (2005). A comparison of first-year collage student attitudes Howard coarse Woody debris following. Review of a brochure and participation in a cooperative learning activity. *Nacta Journal*. 49(2): 27-35
- Gaceta-CCH. (1971). “*Se creó el colegio de Ciencias y Humanidades*”, 3ª época, vol. 2, No. Extraordinario.
- Gaceta-CCH. (1974). “*Entrevista al doctor Pablo González Casanova en radio UNAM*”. (tomado de la revista *NOVA*), del CCH, no. 1. Documenta, no. 1, CCH-UNAM.
- Gaceta-CCH. (1993). Comisión del Área de Ciencias Experimentales. Serie de documentos sobre la revisión del Plan y los Programas de Estudio. *2ª aproximación a la revisión de Estudios del Bachillerato del CCH*. Documento de toma de posición. Cuadernillo no. 13, suplemento de Gaceta.
- Goikoetxea, E. y Pascual, G. (2002). Aprendizaje Cooperativo: Bases teóricas y hallazgos empíricos que explican su eficacia. *Educación XXI*, no. 005, pp. 227-247. Recuperado de <http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=70600512>
- González, G. H. (2007). *El aprendizaje cooperativo-estratégico en la práctica docente de Historia de México II: ENP*. (Tesis de Maestría). Universidad Nacional Autónoma de México.
- González-Pumariega, S., Núñez, J. C., Cabanach, R. G. y Valle, A. (2002). El aprendizaje escolar desde una perspectiva psicoeducativa. En González-Pienda, R. G., Cabanach, J. C. Nuñez y Valle, A. A. (Coords.) *Manual de Psicología de la educación* (pp. 41-68). Madrid: Pirámide.
- González, R. B. H. (2006) *La prueba de Shapiro y Wilk*. Área de Estadística, Facultad de

- Ciencias Económicas y Empresariales. Universidad Rafael Landívar. Guatemala, C. A.
Recuperado de www.byrong.50g.com/estadística/estadap/shapiro_wilks_byrong.pdf
- Good, L. T. y Brophy, J. (1996). *Psicología Educativa Contemporánea*. 5ª ed. México: Mc Graw-Hill.
- Haslam, F. y Treaguet, D. F. (1987). Diagnosing secondary student's misconceptions of photosynthesis and respiration in plant using a two-tier multiple choice instrument. *Journal of Biology education*. 21 (3): 203-211.
- Hernández, F. y Sancho, J. M. (2003). *Para Enseñar no Basta con Saber la Asignatura*. 1ª ed. España: Paidós.
- Hernández, R. G. (1999). *Paradigmas en la Psicología de la Educación*. 1ª reimpresión. México: Paidós-Educador.
- Hernández, S. R., Fernández, C. C. y Baptista, L. P. (1998). *Metodología de la investigación*. 2ª ed. México: Mc Graw-Hill.
- Hill, L. (1986). Teaching and the theory and practice of biology. *Journal of Biological Education*. 21 (3): 203-211.
- Jiménez, A. (2006) *Contraste de Shapiro y Wilk*. *Geociencia*. Recuperado de www.geociencia.com/2006/09/28-contraste-de-shapiro-wilk
- Jiménez, G. E., Martínez, I. S. y Martínez, N. M. (1994). Problemas de terminología en estudios acerca de «lo que el alumno sabe» sobre ciencias, en: *Enseñanza de la Ciencias*. 12 (2): 235-245.
- Jiménez, X. T. (2006). “*Aprendizaje cooperativo y su influencia en el rendimiento de alumnos de tercero de Primaria*”. (Tesis de Licenciatura, Universidad Pedagógica Nacional). Recuperado de <http://biblioteca.ajusco.upn.mx/pdf/22962.pdf>

- Johnson, W. D., Johnson, T. R. y Holubec, J. E. (2004). *El Aprendizaje Cooperativo en el aula*. 1ª ed. 1ª reimp. Buenos Aires: Paidós.
- Kerlinger, F. N., Lee, H. B. (2002) *Investigación del Comportamiento. Métodos de Investigación en Ciencias Sociales*. 4ª ed. México: McGraw-Hill/Interamericana.
- Klionsky, D. J. (1998). A cooperative learning approach to teaching introductory biology. *Journal of College Science Teaching*, 27 (5): 334-338.
- Laatsch, L., Britton, L., Keating, S., Kirchner, P., *et. al.* (2005). Cooperative learning effects on teamwork attitudes in clinical laboratory science students. *Clinical Laboratory Science*. 18(3): 150-159
- La Enseñanza Media en la Historia. (s. f.). n/a. Recuperado de <http://www.buap.mx/aspirantes/prepas/calderon/hist1.html>
- Lawson, A. E. (1988). The acquisition of biological knowledge during childhood: cognitive conflict or tabula rasa?. *Journal of Research in Science Teaching*. 25 (3): 185-199.
- Leiva, G. A. E. J. (2010). *El aprendizaje cooperativo como estrategia para disminuir el rezago académico de los alumnos de tercer grado de secundaria en la asignatura de Química*. (Tesis de Licenciatura, Universidad Nacional Autónoma de México). Recuperado de <http://132.248.9.195/ptd2010/febrero/0654699/Index.html>
- León del Barco, B. (2006). Elementos mediadores en la eficacia del aprendizaje cooperativo: entrenamiento previo en habilidades sociales y dinámica de grupos. *Anales de Psicología*, 22 (1): 105-112. Recuperado de http://www.um.es/analesps/v22/v22_1/14-22_1.pdf
- Lobato, F. C. (1997). Hacia una comprensión del aprendizaje cooperativo, en: *Revista de Psicodidáctica*, No. 4, 1997: 59-76.
- Lumpe, A. T. y Staver, J. R. (1995). Peer collaboration and concept development: Learning

- about photosynthesis. *Journal of Research in Science Teaching*. 1 (32): 71-98.
- Martínez, N. C. (2006). *Eficiencia comparativa de dos métodos de enseñanza de diseño paisajista a jóvenes FAA de la escuela Santiago R. Palmer del Barrio Quebrada de Camuy, P. R.* (Tesis de Maestría, Recinto Universitario de Mayagüez). Recuperado de <http://grad.uprm.edu/tesis/martineznieves.pdf>
- Martínez-González, M. A. (2001). *Bioestadística amigable*. España: Díaz de Santos.
- Martínez, H. P. (2004) “*Una Nueva Estrategia Para Aprender y Enseñar: El Aprendizaje Cooperativo*”. (Tesis de Licenciatura). Universidad Nacional Autónoma de México.
- Martínez, J. M. E. (2013). *Propuesta de enseñanza integrando aprendizaje cooperativo para el tema: los cinco reinos y los tres dominios en Biología II, del Colegio de Ciencias y Humanidades*. (Tesis de Maestría, Universidad Nacional Autónoma de México). Recuperado de <http://132.248.9.195/ptd2013/agosto/0698610/Index.html>
- Maté, C. M. (2003). Trabajo en grupo cooperativo y tratamiento de la diversidad. En: Barnett, L., Echeita, G., Escofet, N., et. al. (1ª ed.). *Motivación, tratamiento de la diversidad y rendimiento académico. El aprendizaje cooperativo*. (pp. 19-32). España: Graó.
- Melero, Z. M. y Fernández, B. P. (1995). El Aprendizaje entre Iguales: El Estado de la Cuestión en Estados Unidos. En Fernández, B. P. y Melero, Z. M. (comps.) *La interacción social en contextos educativos* (pp. 35-98). Madrid: Siglo XXI.
- Mondéjar, J. J., Vargas, V. M. y Mesenguer, S. M. L. (2007). Aprendizaje cooperativo en entornos virtuales: el método Jigsaw en asignaturas de Estadística. *Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 10 (2). Recuperado de http://www.uclm.es/CU/csociales/pdf/documentosTrabajo/03_2007.pdf
- Olvera, M., Reyes, S. y Zavala, S. (2009). Estrategias basadas en el aprendizaje cooperativo y en

- la metrología para el laboratorio en el trabajo experimental. *Enseñanza de las Ciencias*, Número extra VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias, Barcelona, pp. 3464-3470. Recuperado de <http://enciencias.uab.es/congreso09/numeroextra/art-3464-3470.pdf>
- Orlich, D. C. (1995). *Técnicas de Enseñanza: Modernización en el Aprendizaje*. México: Noriega-LIMUSA.
- Ovejero, B. A. (1990). *El aprendizaje cooperativo: una alternativa eficaz a la enseñanza tradicional*. Barcelona: PPU.
- Pagano, R. R. (1999). *Estadística para las ciencias del comportamiento*. 5ª ed. México: Thomson.
- Palencia, F. J. (2001). Historia, permanencia y cambio: la educación media superior en México, en: Bazán, J. (coord.) *Educación Media Superior. Aportes. (Volumen I)*, México: UNAM-CCH, pp. 47-60.
- Panitz T. (2001). *Collaborative versus cooperative learning- a comparison of the two concepts which will help us understand the underlying nature of interactive learning*. Recuperado de <http://www.capecod.net/~tpanitz/tedspage/tedsarticles/coopdefinition.htm>
- Pimienta, P. J. H. (2005). *Metodología constructivista: Guía para la planeación docente*. 1ª ed. México: Pearson.
- Pons, R. M., González-Herrero, M. E. y Serrano, J. M. (2008). Aprendizaje cooperativo en matemáticas: Un estudio intracontenido. *Anales de Psicología*, 24 (2): 253-261. Recuperado de http://www.um.es/analesps/v24/v24_2/08-24_2.pdf
- Purves, K. W., Sadava, D., Orians, H. G. y Heller, C. H. (2003). *Vida: La ciencia de la Biología*. 6ª ed. España: Médica-Panamericana.

- Quesnel, C. A. D. E. (2010). *Aplicación del método de aprendizaje cooperativo en la asignatura de Patología general e Inmunología*. (Tesis de Licenciatura, Universidad Nacional Autónoma de México). Recuperado de <http://132.248.9.195/ptb2010/noviembre/0665033/Index.html>
- Reyes, E. I. C. (2007). *El aprendizaje cooperativo como estrategia de integración para niños con necesidades educativas especiales en el 2º grado de la escuela Primaria*. (Tesis de Licenciatura). Universidad Nacional Autónoma de México.
- Ríos, G. A. (2014). *El aprendizaje cooperativo en la solución de problemas: una experiencia con niños de 3º de primaria*. (Tesis de Licenciatura, Universidad Nacional Autónoma de México). Recuperado de <http://132.248.9.195/ptd2014/noviembre/302234415/Index.html>
- Rodríguez, L. O. R. (2007). *El aprendizaje cooperativo como estrategia para favorecer la comprensión lectora en niños de segundo año de Primaria*. (Tesis de Licenciatura, Universidad Pedagógica Nacional). Recuperado de <http://biblioteca.ajusco.upn.mx/pdf/24794.pdf>
- Rué, J. (1998). El aula: un espacio para la cooperación. En Mir, C. (coord.), Casteleiro, M. J., Castelló, T., Cirera, I., García, T. M., Jorga, A., Leciñena, M., Molina, L., Pardo, M. A., Rué, J., Torredemer, M. y Vila, I. *Cooperar en la escuela. La responsabilidad de educar para la democracia* (pp. 17-48). España: Graó.
- Rué, J. (2003). La cooperación en el aprendizaje, o cómo incrementar las oportunidades educativas para disminuir la desigualdad. En: Barnett, L., Echeita, G., Escofet, N., *et. al.* (1ª ed.). *Motivación, tratamiento de la diversidad y rendimiento académico. El aprendizaje cooperativo*. (pp. 13-18). España: Graó.
- Santiago, C. K. (2016). *Empleo del modelo equipo-juego-torneo (TGT) como parte del*

- aprendizaje cooperativo para facilitar la enseñanza de química en estudiantes de nivel medio superior.* (Tesis de Maestría, Universidad Nacional Autónoma de México). Recuperado de <http://132.248.9.195/ptd2016/febrero/098555545/Index.html>
- SEP (2000). Currículum del bachillerato general, en: *Fundamentos*. SESIC. DGB. Serie Información Básica No. 1. México.
- Smith, E. L. y Anderson, C. W. (1984). Plants as producers: a case study of elementary science teaching. *Journal of Research in Science Teaching*. 7 (21): 685-698.
- Solsona, N. (2003). El aprendizaje cooperativo una estrategia para la comunicación. En: Barnett, L., Echeita, G., Escofet, N., et. al. (1ª ed.). *Motivación, tratamiento de la diversidad y rendimiento académico. El aprendizaje cooperativo*. (pp. 91-97). España: Graó.
- Soto, F. M. P. (2009). Desarrollo de habilidades sociales en el aula. *Revista Digital. Innovación y Experiencias Educativas*, no. 14 de enero de 2009. Recuperado de http://www.csi-csif.es/andalucia/modules/mod_ense/revista/pdf/Numero_14/MPAZ_SOTO_1.pdf
- Storey, R. D. (1989). Textbook errors and misconceptions in biology: Photosynthesis. *The American Biology Teacher*. 5 (51): 271-274.
- Suárez, G. C. (2007) El potencial educativo de la interacción cooperativa, en *Investigación Educativa*. Vol. 11 N°. 20, 2007. Recuperado de http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/publicaciones/inv_educativa/2007_n20/a06v11n20.pdf
- Torres, H. L. y Díaz, O. D. M. (2005). *El trabajo cooperativo: una estrategia para promover la comunicación oral del inglés en sexto grado de Educación Primaria*. (Tesis de Licenciatura, Universidad Pedagógica Nacional). Recuperado de <http://biblioteca.ajusco.upn.mx/pdf/23242.pdf>

- Troyano, R. Y. (2002). Aprendizaje Cooperativo. En Marín, S. M., Grau, G. R. y Yubero, J. S. (comps.) *Procesos psicosociales en los procesos educativo* (pp.157-171). Madrid: Pirámide.
- Tudge, J. (1993). Vygotsky, la zona de desarrollo próximo y la colaboración entre pares: connotaciones para la práctica del aula. En Moll, C. L. (comp.) *Vygotsky y la educación: Connotaciones y aplicaciones de la psicología sociohistórica en la educación* (pp.187-207). 4ª ed. 1ª reimpresión. Buenos Aires: Aique.
- Typhon, A. y Voneche, J. (2001). Piaget-Vygotsky: La génesis del pensamiento. Buenos Aires: Paidós Ibérica.
- Urbieta, U. B. R. (2006). *Una aproximación al aprendizaje cooperativo mediante el trabajo en equipo en estudiantes de Biología*. (Tesis de Maestría). Universidad Nacional Autónoma de México.
- Van Dalen, D. (1979). *Manual de técnicas de la investigación educacional*. Argentina: Paidós.
- Villasana, N. y Dorrego, E. (2007). Habilidades sociales en entornos virtuales de trabajo colaborativo. *Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 10 (2), 45-74. Recuperado de <http://www.utpl.edu.ec/ried/images/pdfs/volumendiez/habilidades-sociales.pdf>
- Waheed, T. y Lucas, A. M. (1992). Understanding interrelated topics: photosynthesis at age 14+. *Journal of Biological Education*. 26 (3): 193-199.
- Zañartu, C. L. M., (2003). Aprendizaje Colaborativo: Una Nueva Forma de Diálogo Interpersonal y en la Red. *Rev. Digital de Educación y Nuevas Tecnologías, Contexto Educativo*, No. 28, Año V. Recuperado de <http://www.contexto-educativo.com.ar/2003/4/nota-02.htm>

ANEXOS

Anexo 1

MAPA PLAN DE ESTUDIOS VIGENTE CCH							Créditos
PRIMER SEMESTRE							
ASIGNATURA	MATEMÁTICAS I	TALLER DE CÓMPUTO	QUÍMICA I	HISTORIA UNIVERSAL MODERNA Y CONTEMPORANEA I	TALLER DE LECTURA, REDACCIÓN E INICIACIÓN A LA INVESTIGACIÓN DOCUMENTAL I	INGLES I / FRANCES I	
HORAS	5	4	5	4	6	4	28/24
CRÉDITOS	10	8	10	8	12	8	56/48
SEGUNDO SEMESTRE							
ASIGNATURA	MATEMÁTICAS II	TALLER DE CÓMPUTO	QUÍMICA II	HISTORIA UNIVERSAL MODERNA Y CONTEMPORANEA II	TALLER DE LECTURA, REDACCIÓN E INICIACIÓN A LA INVESTIGACIÓN DOCUMENTAL II	INGLES II / FRANCES II	
HORAS	5	4	5	4	6	4	28/24
CRÉDITOS	10	8	10	8	12	8	56/48
TERCER SEMESTRE							
ASIGNATURA	MATEMÁTICAS III	FÍSICA I	BIOLOGÍA I	HISTORIA DE MÉXICO I	TALLER DE LECTURA, REDACCIÓN E INICIACIÓN A LA INVESTIGACIÓN DOCUMENTAL III	INGLES III / FRANCES III	
HORAS	5	5	5	4	6	4	29
CRÉDITOS	10	10	10	8	12	8	58
CUARTO SEMESTRE							
ASIGNATURA	MATEMÁTICAS IV	FÍSICA II	BIOLOGÍA II	HISTORIA DE MÉXICO II	TALLER DE LECTURA, REDACCIÓN E INICIACIÓN A LA INVESTIGACIÓN DOCUMENTAL IV	INGLES IV / FRANCES IV	
HORAS	5	5	5	4	6	4	29
CRÉDITOS	10	10	10	8	12	8	58
QUINTO SEMESTRE							
ASIGNATURA	1a. OPCIÓN (OPTATIVA)	2a. OPCIÓN (OPTATIVA)	3a. OPCIÓN		4a. OPCIÓN (OPTATIVA)	5a. OPCIÓN (OPTATIVA)	
			OBLIGATORIA	OPTATIVA			

	CÁLCULO I ESTADÍSTICA I CIBERNÉTICA Y COMPUTACIÓN I	BIOLOGÍA III FÍSICA III QUÍMICA III	FILOSOFÍA I	TEMAS SELECTOS DE FILOSOFÍA I	ADMINISTRACIÓN I ANTROPOLOGÍA I CIENCIAS DE LA SALUD I CIENCIAS POLÍTICAS Y SOCIALES I DERECHO I ECONOMÍA I GEOGRAFÍA I PSICOLOGÍA I TEORÍA DE LA HISTORIA I	GRIEGO I LATÍN I LECTURA Y ANÁLISIS DE TEXTOS LITERARIOS I TALLER DE COMUNICACIÓN I TALLER DE DISEÑO AMBIENTAL I TALLER DE EXPRESIÓN GRÁFICA I	
HORAS	4	4	4	4	4	4	28
CRÉDITOS	8	8	8	8	8	8	56
SEXTO SEMESTRE							
ASIGNATURA	1a. OPCIÓN (OPTATIVA)	2a. OPCIÓN (OPTATIVA)	3a. OPCIÓN		4a. OPCIÓN (OPTATIVA)	5a. OPCIÓN (OPTATIVA)	
			OBLIGATORIA	OPTATIVA			
	CÁLCULO II ESTADÍSTICA II CIBERNÉTICA Y COMPUTACIÓN II	BIOLOGÍA IV FÍSICA IV QUÍMICA IV	FILOSOFÍA II	TEMAS SELECTOS DE FILOSOFÍA II	ADMINISTRACIÓN II ANTROPOLOGÍA II CIENCIAS DE LA SALUD II CIENCIAS POLÍTICAS Y SOCIALES II DERECHO II ECONOMÍA II GEOGRAFÍA II PSICOLOGÍA II TEORÍA DE LA HISTORIA II	GRIEGO II LATÍN II LECTURA Y ANÁLISIS DE TEXTOS LITERARIOS II TALLER DE COMUNICACIÓN II TALLER DE DISEÑO AMBIENTAL II TALLER DE EXPRESIÓN GRÁFICA II	
HORAS	4	4	4	4	4	4	28
CRÉDITOS	8	8	8	8	8	8	56
TOTAL							166

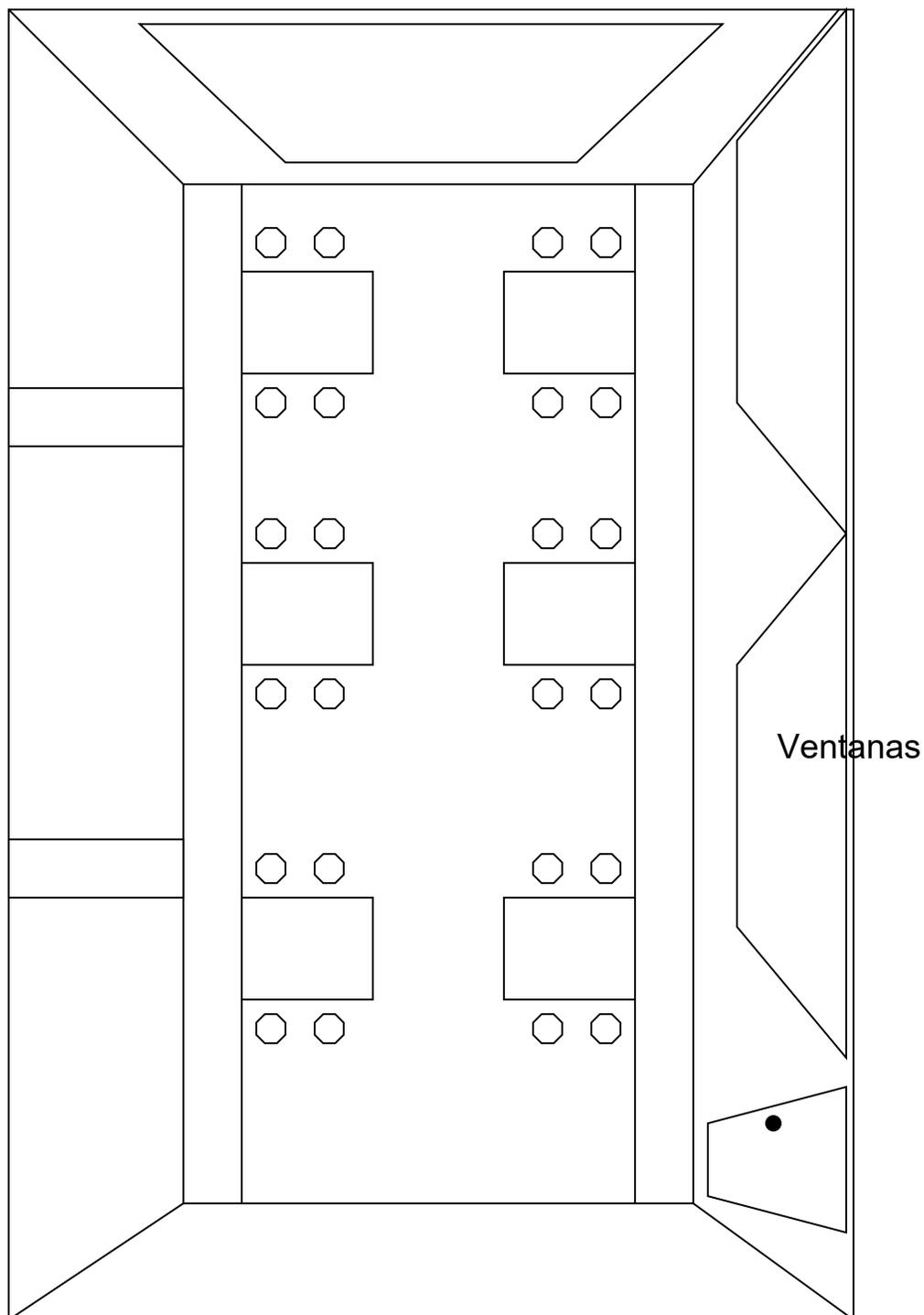
Anexo 2. Programa de Estudios de la asignatura de Biología III

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: 40 horas

APRENDIZAJES	TEMÁTICA
<p>El alumno:</p> <p>Describe las características de las enzimas, como punto de partida para identificar sus principales tipos y funciones.</p> <p>Reconoce que las reacciones químicas en los sistemas vivos están organizadas en diversas rutas metabólicas.</p> <p>Identifica la diversidad de los sistemas vivos a partir de sus características metabólicas.</p> <p>Comprende que la fermentación y la respiración son procesos que, con distintas rutas metabólicas sirven para la degradación de biomoléculas en los sistemas vivos.</p> <p>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.</p> <p>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.</p> <p>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).</p> <p>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.</p>	<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 4. Características físicas del espacio para la aplicación del tratamiento

Contexto de aplicación: aula-laboratorio de 5 x 8 metros, equipada con seis mesas y sillas no fijas, para su fácil acomodo de acuerdo a las necesidades de las actividades realizadas.

Anexo 5**DIAGNÓSTICO DE ANTECEDENTES PERSONALES DE ALUMNOS**

Nombre: _____

Grupo: _____

Horario: _____

Edad: _____

Sexo: _____

1. ¿Cuál es la profesión de tu padre? _____
2. ¿Cuál es la profesión de tu madre? _____
3. ¿Cuántos hermanos tienes? _____
4. ¿Cuántas personas viven en tu casa? _____
5. ¿Vives en departamento o casa propia? _____
6. ¿Tienes un espacio propio y adecuado para el estudio? _____
7. ¿Cuál es tu promedio académico actual? _____
8. ¿Cuántas materias reprobadas tienes actualmente? _____
9. ¿Cuál fue tu calificación del curso de Biología I, en el 3^{er} semestre? _____
10. ¿Cuál fue tu calificación del curso de Biología II, en el 4^o semestre? _____

Gracias por tu participación

Anexo 6.

CUESTIONARIO DE CONOCIMIENTOS SOBRE FOTOSÍNTESIS

Nombre _____ Edad _____ Sexo _____

Nivel académico _____ Fecha _____ Plantel _____

A continuación te presentamos un ejercicio cuyo objetivo es conocer tus ideas y el dominio de conceptos sobre el proceso de fotosíntesis y las rutas metabólicas involucradas. Tus respuestas no van a afectar tu calificación semestral, sino que serán utilizadas como parte de una investigación. Gracias por tu apoyo.

Instrucciones: Coloca dentro del paréntesis, la letra del concepto que se relacione con la frase.

A. Reacciones lumínicas		B. Fotosíntesis		C. Reacciones oscuras	
()	1. La fotorespiración es una alternativa de estas reacciones, pues en lugar de fijarse el CO ₂ para sintetizar glucosa, se fija oxígeno y se libera CO ₂ .	()	8. Participan dos vías principales, una impulsada por la luz para producir ATP y reducir NADPH+H, la otra fija CO ₂ con gasto de ATP y NADPH+H para producir azúcar.		
()	2. La presencia de clorofila y otros pigmentos accesorios en las membranas de los tilacoides, permiten que se realicen estas reacciones.	()	9. En el flujo de electrones no cíclico participan el fotosistema I y II para producir moléculas altamente energéticas como el ATP y el NADPH+H.		
()	3. En estas reacciones el ciclo realiza 6 vueltas con un requerimiento de 6 CO ₂ , 18 ATP y 12 NADPH+H para producir un azúcar hexosa	()	10. El agua se divide por fotólisis, para convertirse en el donador primario de electrones y, al mismo tiempo liberar oxígeno a la atmósfera.		
()	4. La carboxilación, reducción y regeneración, son los tres procesos que integran esta serie de reacciones conocido como el ciclo de Calvin-Benson.	()	11. En la quimiósmosis se aprovecha el gradiente de concentración de H ⁺ formado por el paso de electrones del fotosistema II al fotosistema I para sintetizar ATP a partir de la enzima ATP-sintetasa.		
()	5. El fotosistema II participa en esta serie de reacciones y su centro de reacción es P680 constituido por moléculas de clorofila <i>a</i> y <i>b</i> .	()	12. Existe gasto de ATP y NADPH+H producido durante el día para formar Gliceraldehído 3-fosfato y poder sintetizar glucosa.		
()	6. La mayor parte de las enzimas que catalizan las reacciones de esta vía están disueltas en el estroma del cloroplasto y es aquí donde tienen lugar las reacciones.	()	13. En el flujo de electrones cíclico, los electrones transferidos a la ferredoxina desde el P700, en vez de ser cedidos al NADP ⁺ , pasan por unos componentes que los llevan de nuevo al complejo de citocromos para sintetizar sólo ATP.		
()	7. Como resultado de éste evento la atmósfera de la Tierra cambia y la vida aeróbica prolifera.	()	14. Para estas reacciones, plantas tropicales han sustituido la enzima rubisco por la PEP-carboxilasa, como una adaptación para fijar el CO ₂ de forma más eficiente.		

Anexo 7**CUESTIONARIO DE EVALUACIÓN DEL TRABAJO EN EQUIPOS COOPERATIVOS[^]**

Instrucciones: Marca el punto de la escala que representa tu juicio más honesto respecto a cómo se realizó la sesión de trabajo cooperativo en tu(s) equipo(s). Agrega libremente los comentarios y sugerencias que quieras hacer. No es necesario que pongas tu nombre. El resultado no afectará tu calificación del curso.

1. ¿Conoces el nombre de tus compañeros de equipo?

Si () No () No me interesa ()

2. ¿Qué tan claros te parecieron los objetivos o metas del trabajo a realizar?

Muy claros () Algo claros () Confusos ()

3. ¿El equipo considero el tiempo disponible para cada actividad?

Nunca () Casi nunca () Casi siempre () Siempre ()

4. La atmósfera de trabajo fue:

Cooperativa y cohesiva () Apática () Competitiva ()

5. ¿Qué tan organizada te pareció la discusión o la realización del trabajo de parte del equipo?

Desordenada () Apropiaada () Demasiada rígida ()

6. Respecto al nivel de participación, responsabilidad y compromiso de los integrantes del equipo:

Todos trabajaron al () Sólo algunos () Casi nadie se ()
parejo colaboraron involucró en serio

7. ¿Te encontraste a ti mismo deseoso de participar cuando tenías la oportunidad de hacerlo?

Casi nunca () Ocasionalmente () Frecuentemente ()

8. ¿Qué tan satisfecho te sientes con los resultados de la discusión o del trabajo realizado?

Muy satisfecho () Moderadamente satisfecho () Insatisfecho ()

9. ¿Te gustaría volver a trabajar en equipos cooperativos?

Me encantaría () Si es necesario () De ninguna manera ()

Comentarios y sugerencias:

[^] El diseño de este cuestionario tiene como referencia el trabajo realizado en equipos donde no se asignaron roles a sus integrantes. El formato del cuestionario es una modificación a la adaptación de Brillhart, Galanes y Adams, 2001, p. 381 citado por Díaz-Barriga y Hernández, 2002, p. 130.

Anexo 9**CUESTIONARIO DE AUTOEVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO DE LOS ALUMNOS
EN EL TRABAJO DE EQUIPOS COOPERATIVOS***

Me llamo _____

Hoy es _____ Mi equipo es _____

y lo integramos _____

Las respuestas no afectarán tu calificación del curso. Por lo tanto, responde de acuerdo a tu opinión sin presión alguna, pues los resultados servirán para una investigación.

<i>Autoevaluación</i>	<i>Si</i>	<i>No</i>
1. ¿He cumplido con todas las actividades realizadas?		
2. ¿He escuchado atentamente a mis compañeros mientras participan?		
3. ¿He esperado mi turno para participar?		
4. ¿He animado a los otros a cumplir con las actividades y con las normas?		
5. ¿He expuesto mis ideas y trabajo al equipo?		
6. ¿He preguntado a los demás por sus ideas?		
7. ¿He compartido con los demás materiales e información?		
8. ¿He ayudado a mis compañeros de equipo?		
9. ¿He pedido ayuda al equipo cuando la necesito?		
10. ¿He felicitado a algún compañero por sus ideas y trabajo en equipo?		
11. ¿Me siento satisfecho por lo que aprendí del proceso de fotosíntesis?		

12. ¿Qué aprendí del proceso de fotosíntesis?

Comentarios:

* El formato del cuestionario es una modificación a la idea de S. Schwartz y Mind Pollishuke, *Creating The child-center Class-room*, Inwin Publishing, Toronto, Canadá, 1990 citado por Ferreiro, 2004, p.137

Anexo 10. Presentación sobre la importancia del Aprendizaje Cooperativo

Diapositiva 1



Diapositiva 2



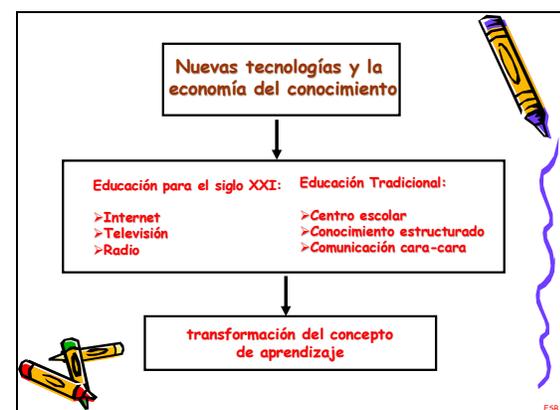
Diapositiva 3

Introducción

La Complejidad de los sistemas socioeconómicos en nuestro mundo global requiere de individuos competentemente activos y autónomos, capaces de procesar y transformar el conocimiento en la identificación y resolución de problemas pertinentes a cada área del conocimiento, generando acciones innovadoras que permitan una mejor calidad de vida. (Díaz-Barriga, 2006)

Un mundo individualista

Diapositiva 4



Diapositiva 5

Mejorar la eficiencia y calidad del aprendizaje

¿Cómo?

Acciones difíciles: autoexigencia del docente
Sensibilizar al estudiante en valores y actitudes
Desarrollo de habilidades
Desarrollo de nuevos mecanismos y métodos de enseñanza-aprendizaje

Diapositiva 6

Problemática en la escuela

- Aislamiento de los problemas sociales
- Aprendizaje escolar memorístico
- Oferta educativa homogénea
- Proceso centrado en la enseñanza y no en el aprendizaje
- Énfasis en el aprendizaje individual, competitivo e individualizado
- Lleno de conceptos y no de habilidades y destrezas

Diapositiva 7



Diapositiva 8

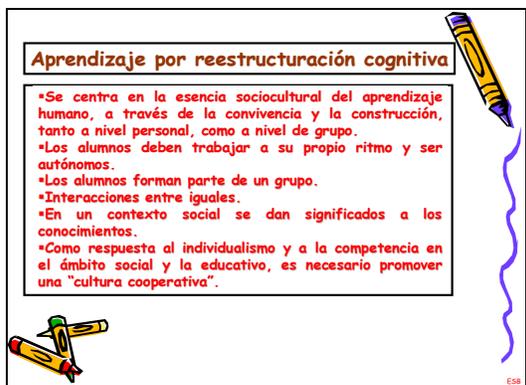
Estrategias en la educación

- Individualista: los alumnos trabajan de manera independiente en sus propios objetivos de aprendizaje siguiendo su propio ritmo y en su propio espacio, ignorando a los demás compañeros, y cada uno funciona como punto de referencia para sí mismo.
- Se está con otros, pero no se trabaja con ellos.
- Competitivo: Hay una interdependencia negativa, los alumnos sienten que pueden alcanzar sus objetivos sí, y sólo sí, los otros fracasan en su intento de cumplir los propios.
- Gran parte de los alumnos se toman las cosas con calma porque no creen que tengan posibilidades de éxito y sólo algunos trabajan duramente para ser mejores que sus compañeros. (Marín, 2002)

Diapositiva
9

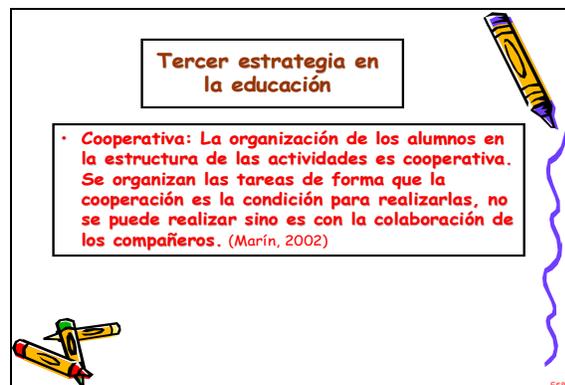
Aprendizaje por reestructuración cognitiva

- Se centra en la esencia sociocultural del aprendizaje humano, a través de la convivencia y la construcción, tanto a nivel personal, como a nivel de grupo.
- Los alumnos deben trabajar a su propio ritmo y ser autónomos.
- Los alumnos forman parte de un grupo.
- Interacciones entre iguales.
- En un contexto social se dan significados a los conocimientos.
- Como respuesta al individualismo y a la competencia en el ámbito social y la educativo, es necesario promover una "cultura cooperativa".


Diapositiva
10

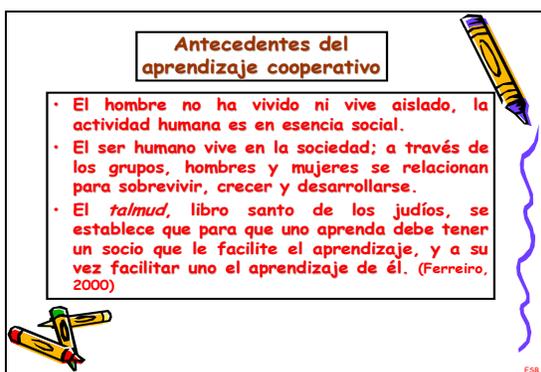
Tercer estrategia en la educación

- **Cooperativa:** La organización de los alumnos en la estructura de las actividades es cooperativa. Se organizan las tareas de forma que la cooperación es la condición para realizarlas, no se puede realizar sino es con la colaboración de los compañeros. (Marín, 2002)


Diapositiva
11

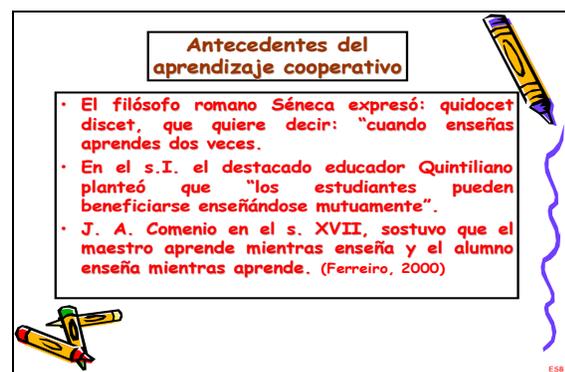
Antecedentes del aprendizaje cooperativo

- El hombre no ha vivido ni vive aislado, la actividad humana es en esencia social.
- El ser humano vive en la sociedad: a través de los grupos, hombres y mujeres se relacionan para sobrevivir, crecer y desarrollarse.
- El *talmud*, libro santo de los judíos, se establece que para que uno aprenda debe tener un socio que le facilite el aprendizaje, y a su vez facilitar uno el aprendizaje de él. (Ferreiro, 2000)


Diapositiva
12

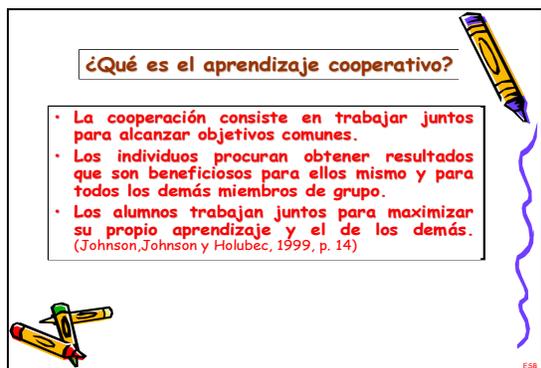
Antecedentes del aprendizaje cooperativo

- El filósofo romano Séneca expresó: *quidocet discet*, que quiere decir: "cuando enseñas aprendes dos veces."
- En el s.I. el destacado educador Quintiliano planteó que "los estudiantes pueden beneficiarse enseñándose mutuamente".
- J. A. Comenio en el s. XVII, sostuvo que el maestro aprende mientras enseña y el alumno enseña mientras aprende. (Ferreiro, 2000)


Diapositiva
13

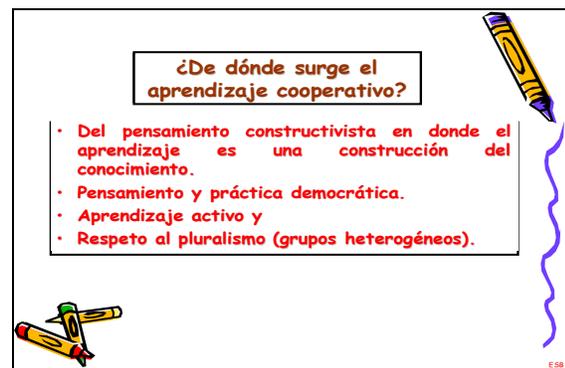
¿Qué es el aprendizaje cooperativo?

- La cooperación consiste en trabajar juntos para alcanzar objetivos comunes.
- Los individuos procuran obtener resultados que son beneficiosos para ellos mismo y para todos los demás miembros de grupo.
- Los alumnos trabajan juntos para maximizar su propio aprendizaje y el de los demás. (Johnson, Johnson y Holubec, 1999, p. 14)


Diapositiva
14

¿De dónde surge el aprendizaje cooperativo?

- Del pensamiento constructivista en donde el aprendizaje es una construcción del conocimiento.
- Pensamiento y práctica democrática.
- Aprendizaje activo y
- Respeto al pluralismo (grupos heterogéneos).


Diapositiva
15

El aprendizaje cooperativo se fundamenta en:

- La teoría sociocultural de Vigotsky.
- Formación de grupos operativos.
- Desarrollo cognitivo.
- La motivación.
- Desarrollo de la personalidad.
- Teorías del desarrollo organizacional.

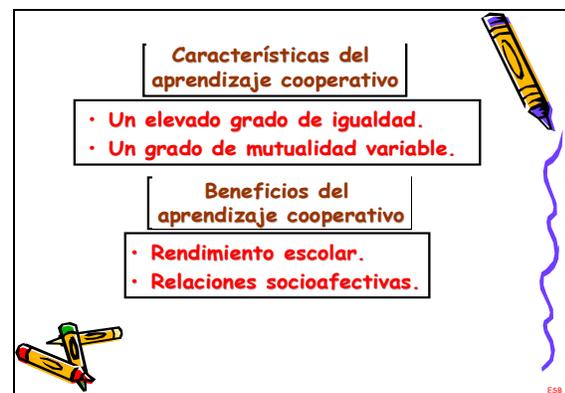

Diapositiva
16

Características del aprendizaje cooperativo

- Un elevado grado de igualdad.
- Un grado de mutualidad variable.

Beneficios del aprendizaje cooperativo

- Rendimiento escolar.
- Relaciones socioafectivas.



Diapositiva
17

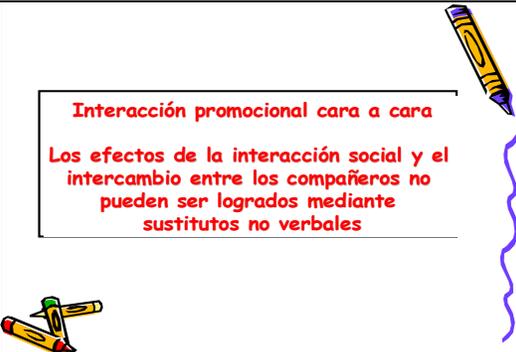

Facilita

- Procesos cognitivos.
- Colaboración entre iguales.
- Regulación a través del lenguaje.
- Manejo de controversias, solución de problemas.
- Procesos motivacionales.
- Atribuciones de éxito académico.
- Metas académicas intrínsecas.
- Procesos afectivo-relacionales.
- Pertenencia al grupo.
- Autoestima positiva.
- Sentido de la actividad.

Diapositiva
18

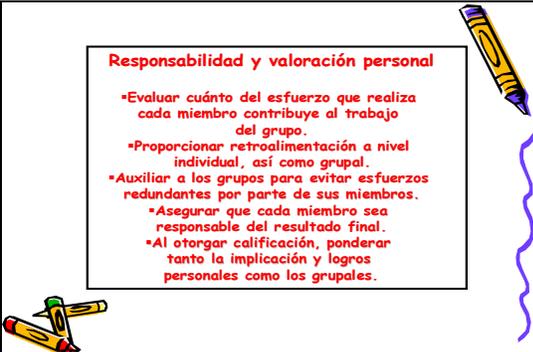

Componentes básicos del Aprendizaje cooperativo

Interdependencia positiva
Los estudiantes realizan un esfuerzo para enseñar a otro y aprender de otro

Diapositiva
19


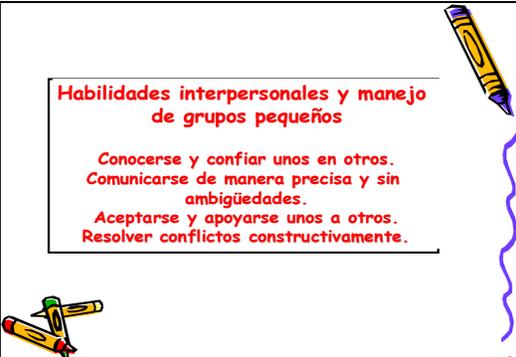
Interacción promocional cara a cara

Los efectos de la interacción social y el intercambio entre los compañeros no pueden ser logrados mediante sustitutos no verbales

Diapositiva
20


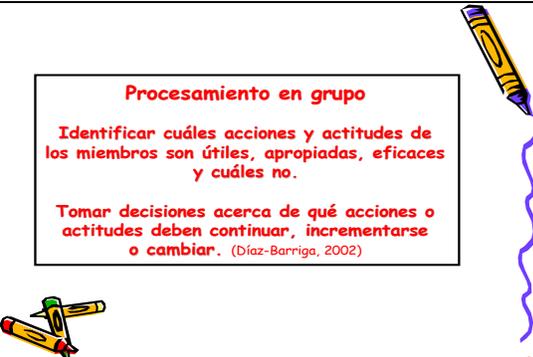
Responsabilidad y valoración personal

- Evaluar cuánto del esfuerzo que realiza cada miembro contribuye al trabajo del grupo.
- Proporcionar retroalimentación a nivel individual, así como grupal.
- Auxiliar a los grupos para evitar esfuerzos redundantes por parte de sus miembros.
 - Asegurar que cada miembro sea responsable del resultado final.
- Al otorgar calificación, ponderar tanto la implicación y logros personales como los grupales.

Diapositiva
21


Habilidades interpersonales y manejo de grupos pequeños

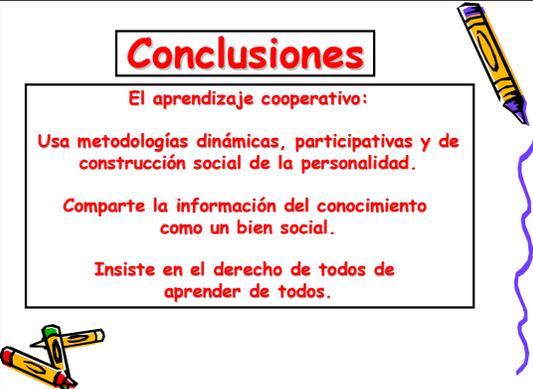
Conocerse y confiar unos en otros.
Comunicarse de manera precisa y sin ambigüedades.
Aceptar y apoyarse unos a otros.
Resolver conflictos constructivamente.

Diapositiva
22


Procesamiento en grupo

Identificar cuáles acciones y actitudes de los miembros son útiles, apropiadas, eficaces y cuáles no.

Tomar decisiones acerca de qué acciones o actitudes deben continuar, incrementarse o cambiar. (Díaz-Barriga, 2002)

Diapositiva
23


Conclusiones

El aprendizaje cooperativo:

Usa metodologías dinámicas, participativas y de construcción social de la personalidad.

Comparte la información del conocimiento como un bien social.

Insiste en el derecho de todos de aprender de todos.

Anexo 11. Tabla de registro del desempeño de cada equipo

Tabla 3. Calificación del desempeño de los equipos cooperativos durante las cuatro actividades en clase.

GRUPO 549					
Estrategia Nombre del equipo	FRASE-MURAL	PERIFÉRICOS	ROMPECABEZAS	RALLY	INVESTIGACIÓN
1. Los Extrovertidos	10	8.5	9.3	8.8	8.5
2. Los Campesinos	10	10	8.9	8.8	9.0
3. Los Espinosos	9.0	10	8.6	8.8	8.5
4. Los Cadillac	10	10	9.1	8.8	9.0
5. Los Últimos	9.0	10	8.2	8.8	8.5

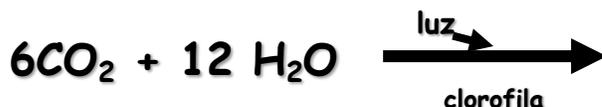
Anexo 12

Lectura No. 1 Reacciones Lumínicas de la Fotosíntesis

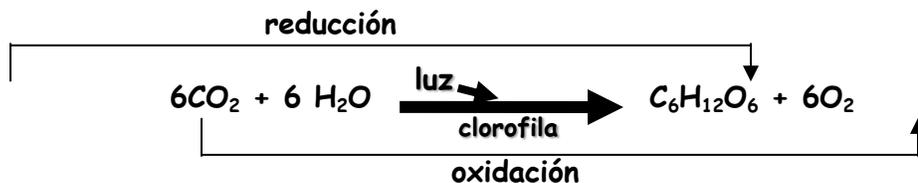
Introducción

Una ruta metabólica de síntesis que emplean algunos organismos para **obtener la energía del medio ambiente**, es la fotosíntesis (del griego: *photos*, luz; *sintiese*, reconstituir). Este proceso lo realizan únicamente organismos **fotoautótrofos**, como las plantas, las cianobacterias y algunas algas. **TODOS** estos organismos tienen la capacidad de absorber energía lumínica (de la luz) y convertirla en energía química (ATP) y en otras moléculas que retienen la energía química de manera temporal; estas moléculas son inestables y no pueden “apilarse” en la célula. Su energía impulsa la vía anabólica a través de la cual una **célula fotosintética sintetiza moléculas orgánicas estables, a partir de compuestos inorgánicos sencillos** (CO_2 y H_2O). Estos compuestos orgánicos sirven no sólo como materiales de partida en la síntesis de todos los compuestos orgánicos requeridos por los organismos fotosintéticos (como carbohidratos, aminoácidos y lípidos complejos), sino también como un medio de almacenamiento de energía, entre ellos se incluyen compuestos relativamente reducidos, como **glucosa** y otros carbohidratos, que pueden oxidarse después en la respiración aerobia o en alguna otra vía catabólica. Así, la nutrición de los organismos fotoautótrofos, es a través del proceso de fotosíntesis que involucra una serie de reacciones de óxido-reducción para capturar la energía (mediante la clorofila) proveniente de la luz (fotones) y transformarla en energía química, la cual es utilizada para producir biomoléculas a partir del bióxido de carbono y el agua, liberando simultáneamente oxígeno a la atmósfera. De éste proceso depende una gran cantidad de cadenas alimentarias en el planeta, dado que se le considera como productores de la biomasa que fluye hacia los siguientes niveles tróficos.

Las reacciones globales de la fotosíntesis pueden resumirse como sigue:



(La reacción resumida de la fotosíntesis). Típicamente se expresa de ésta forma, con agua en ambos lados, debido a que ésta es un reactivo en algunas reacciones y un producto en otras. Sin embargo, es común referirse a la ecuación de la fotosíntesis en una forma simplificada de la siguiente manera:

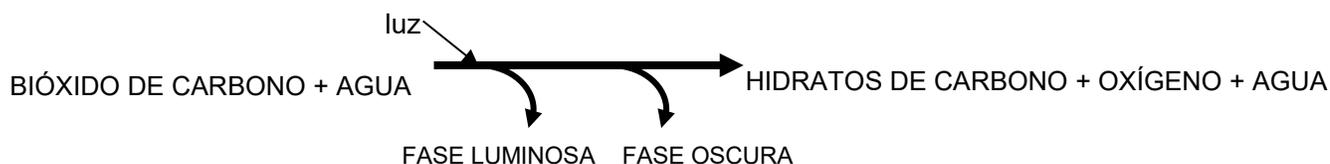


Un análisis de este proceso sugiere que se trata de una reacción de oxidorreducción (redox). En este tipo de reacciones uno o más electrones (por lo común como parte de uno o más átomos de hidrógeno) se transfieren de un donador de electrones (agente reductor) a un aceptor de electrones (agente oxidante). Cuando se transfieren los electrones, parte de su energía también se transfiere; sin embargo, la ecuación simplificada de la fotosíntesis es un poco engañosa, pues describe qué ocurre, pero no cómo ocurre. Este “cómo” es mucho más complejo e incluye numerosos pasos, muchos de los cuales son reacciones redox, donde

además, participan docenas de enzimas que catalizan docenas de reacciones individuales.

La reacción fotosintética que se acaba de describir tiene lugar en los **cloroplastos** de las células fotosintéticas, los cuales en la mayoría de las plantas se encuentran en las hojas. Pero la fotosíntesis no ocurre en un solo paso; de hecho, en toda la química, ninguna reacción compleja se logra en un solo paso; más bien, se requiere de una serie de pasos más simples. De esta forma, las reacciones de la fotosíntesis se dividen en dos vías que se acoplan, las cuales tienen lugar en una región distinta del cloroplasto.

Rutas de la fotosíntesis:



La primera vía es fotodependiente (la parte luminosa o “foto-” de la fotosíntesis), que es impulsada por la luz. **Produce ATP** y un transportador de electrones reducido (**NADPH + H⁺**); mientras que **la segunda vía**, es la fijación del bióxido de carbono (la parte “-síntesis”), que no utiliza la luz directamente; conocida también como ciclo de Calvin-Benson, **emplea ATP, NADPH + H⁺ y CO₂ para producir azúcar**.

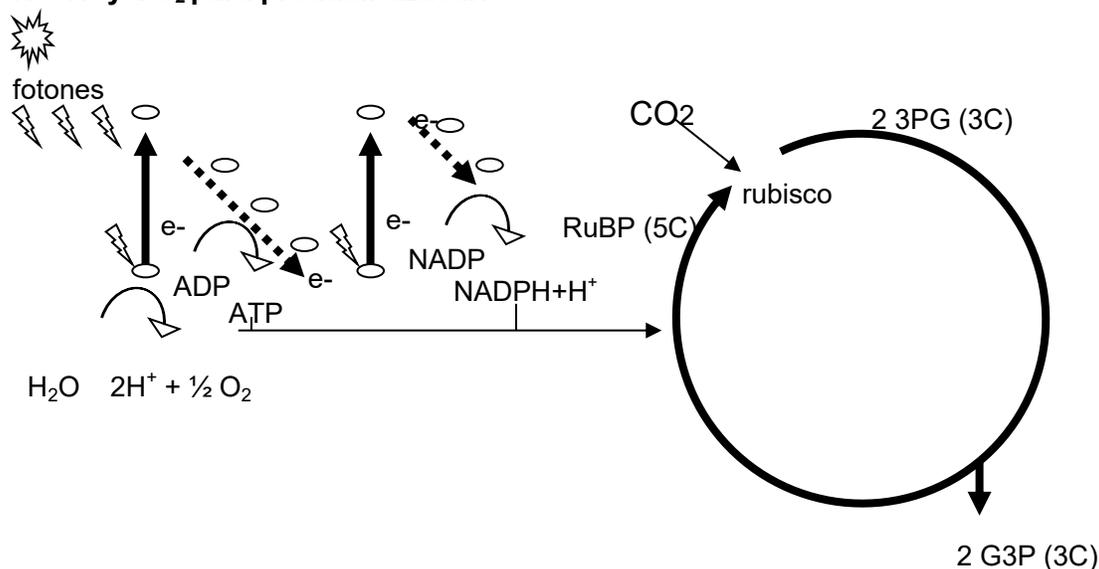


Figura. 1

Fase luminosa o fotoquímica de la fotosíntesis

Las reacciones dependientes de la luz constituyen la primera etapa de la fotosíntesis. *Primero*, muchos fotosistemas absorben energía de la luz solar, la cual también divide moléculas de agua en oxígeno, hidrógeno y electrones. *Segundo*, el suministro de energía es convertido a la energía química de enlace del ATP. *Tercero*, la coenzima NADP⁺ recoge los electrones y el

hidrogeno y se reduce a NADPH+H.

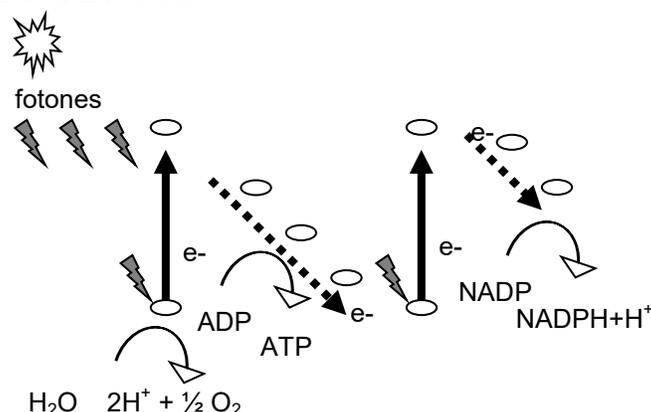


Figura. 2

Dichas reacciones, se llevan a cabo en **las células del mesófilo** (ricas en cloroplastos) que forman una capa inmediatamente por debajo de la epidermis superior de las hojas. En ellas, los cloroplastos son los organelos responsables de la fotosíntesis; contienen varias moléculas que absorben diferentes longitudes de onda de la luz. **La clorofila (a y b)**, es la principal molécula que capta energía lumínica; principalmente, absorbe longitudes de onda azul y roja, que se encuentran cerca de los dos extremos del espectro visible. Por lo tanto, si un solo pigmento de clorofila estuviera activo durante la fotosíntesis, gran parte del espectro no se utilizaría. Sin embargo, todos los organismos fotosintéticos poseen **pigmentos accesorios** que absorben fotones intermedios en energía entre las longitudes de onda azul y roja, y luego transfieren una porción de esta energía a las clorofilas.

Específicamente, **las reacciones luminosas** de la fotosíntesis se realizan en **los tilacoides**, que contienen moléculas de clorofila y pigmentos accesorios, los cuales se organizan en unidades llamadas **complejos antena**. Las moléculas de pigmento están dispuestas en grupos altamente ordenados de 200 a 300 moléculas asociadas a enzimas específicas y a otras proteínas. Cada complejo antena capta luz y transfiere energía a un centro de reacción, un complejo de moléculas **de clorofila y proteínas** que participan de manera directa en la fotosíntesis.

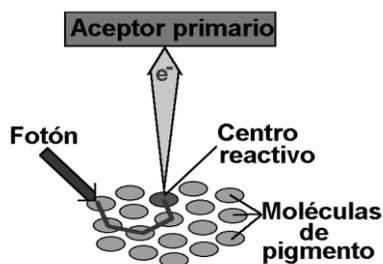
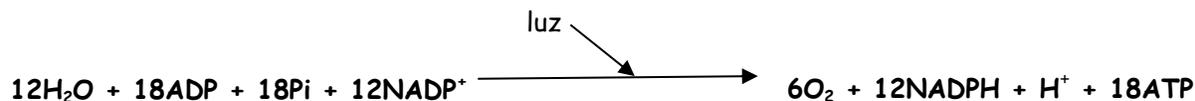


Figura. 3

La ecuación general de la reacción dependiente de la luz es:



Donde se puede observar que para que se realicen efectivamente las reacciones dependientes de la luz, es necesario contar con agua, adenín-difosfato (ADP), fosfato (Pi), nicotinamida-adenín-dinucleótido (NADP⁺), además de luz, para producir oxígeno libre, NADPH+H⁺ reducido

y ATP, estos dos últimos, serán empleados en las reacciones oscuras de la fotosíntesis.

Absorción de la luz

Cuando **la clorofila recibe la energía luminosa**, el electrón que se encuentra en la última órbita de su átomo de magnesio se excita por efecto directo de un fotón o indirectamente por la energía capturada previamente por otros pigmentos de la antena. El impacto del fotón **hace que el electrón salte de un nivel** de reposo (basal) hacia uno **excitado** (alto), lo que produce inestabilidad en el átomo que tiende a perder esa energía acumulada para equilibrarse, circunstancia que es aprovechada por la fotosíntesis.

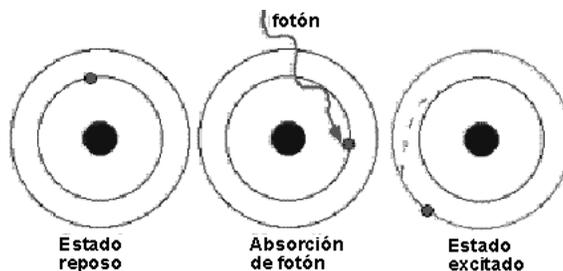


Figura. 4

El estado excitado es un estado de energía inestable, por lo que la molécula no permanece en ese estado durante mucho tiempo y puede pasar una de dos cosas:

- La molécula regresa al estado basal, emitiendo gran parte de la energía absorbida como luz fluorescente.
- **La molécula pasa parte de la energía absorbida a otras moléculas de pigmento** (fig. 3).

Cuando ocurre el segundo evento, el electrón de alta energía es captado por un aceptor primario de electrones que se encuentra fuera del fotosistema en la membrana tilacoidal. Es decir, **entra al sistema de transporte de electrones**. Cuya función es conducir la energía contenida en los electrones excitados hacia otros transportadores por medio de una serie de reacciones consecutivas de oxidorreducción para producir un gradiente electroquímico de protones, que a su vez, servirá **para la síntesis del ATP** a partir del ADP o de **NADPH+H⁺** a partir del NADP⁺. Esta secuencia de hechos recibe el nombre de **fotofosforilación**.

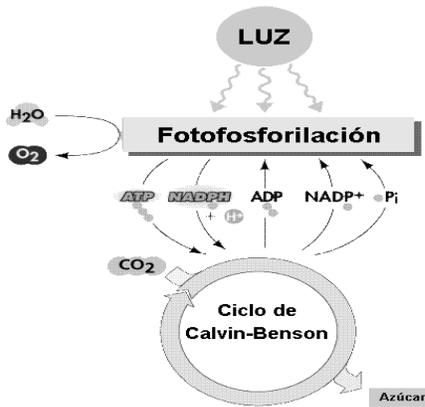
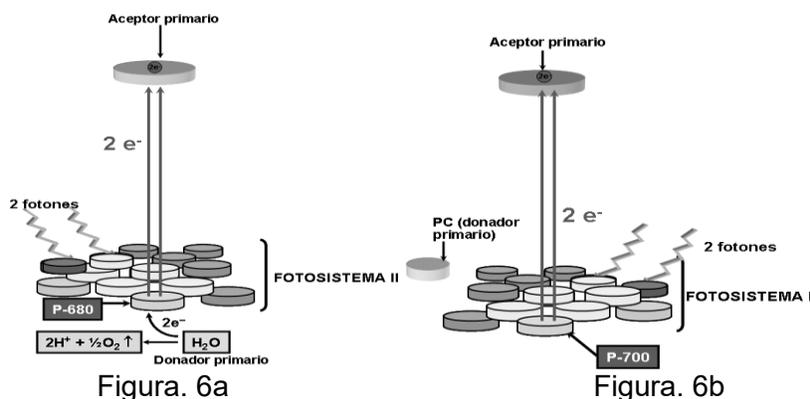


Figura. 5

El transporte de electrones en las reacciones lumínicas, funcionan acopladas a dos tipos de unidades fotosintéticas (fotosistema I y II) existentes en la membrana del tilacoide.



Fotosistema II

Por razones históricas, los fotosistemas se numeran “hacia atrás”, es decir, el proceso de captación de energía luminosa se entiende más fácilmente si se empieza con el fotosistema II.

El centro de reacción del fotosistema II (P680) está constituido por moléculas de clorofila *a* y *b*, razón por la que su máxima longitud de onda, en el espectro visible es de 680 nanómetros. Las reacciones en este fotosistema inician cuando un fotón es absorbido por alguna molécula antena en el fotosistema II, dicha **energía es transferida al par de clorofilas** que actúa como donante primario de electrones (P680). De ellas, se desprenden 2 electrones energizados que son transferidos a un aceptor primario, por lo tanto la clorofila queda oxidada por perder energía en forma de electrones. Los electrones que salen de la clorofila pasan a un aceptor llamado **feofitina** (Ph) que se encuentra en la membrana del tilacoide. Una vez que existe energía ($2e^-$) disponible, es transportada descendientemente (se va perdiendo energía) hacia la **plastoquinona (pQ) que se reduce, la cual al mismo tiempo atrae 2 protones de H^+ provenientes del estroma del cloroplasto**. La plastoquinona con energía ($2e^-$ proveniente del fotosistema II) y los dos protones entra a un complejo de citocromos (que se reduce al recibirlos) para ceder las cargas acarreadas volviendo a oxidarse. En este complejo, formado por **citocromo c y f se realiza el paso de los dos protones provenientes del estroma hacia el lumen** (interior) del tilacoide, por lo tanto, es el momento en que **los electrones transferidos terminen de perder su energía que habían capturado del fotón en el fotosistema II**. Inmediatamente después son cedidos al siguiente transportador, que es la plastocianina (PC) y el complejo de citocromos se vuelve a oxidar.

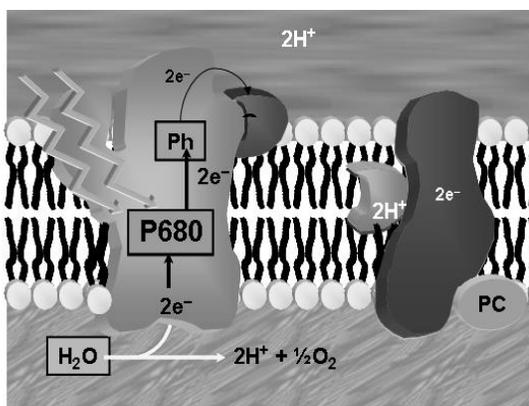


Figura. 7a

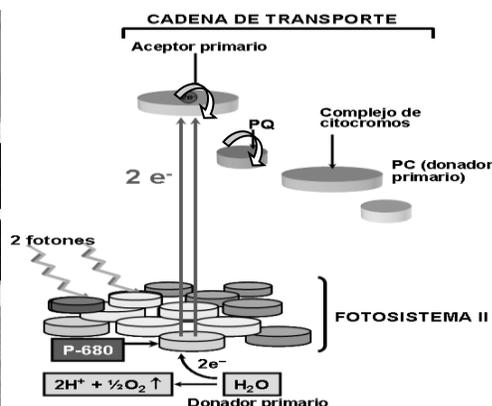


Figura. 7b

Los electrones que se incorporan a la plastocianina hacen que se reduzca, con lo cual regresan a su estado basal (sin energía), pues en el recorrido por los transportadores **han perdido toda la energía obtenida en el fotosistema II**. La plastocianina es una proteína que se ubica en la periferia de la membrana en la cara que da al lumen del tilacoide, **tiene la función de transferir a los electrones sin energía hacia el fotosistema I** desplazándose sobre la membrana para volverse a oxidar y recibir a los siguientes electrones que desciendan del complejo de citocromos.

El conjunto de **reacciones** que se acaban de describir, **ocurren** con la participación del **fotosistema II**, donde como se pudo apreciar, en su mayoría **son reacciones redox**; es decir, a partir de la molécula de clorofila que inicialmente se encuentra oxidada capta fotones que provocan su reducción y, a partir de ese momento inicia una cadena de transferencia de electrones donde todas las moléculas que participan, primero se reducen al recibir energía y después se oxidan al donar dichos electrones.

Al pasar los electrones por el complejo de citocromos, van proporcionando energía necesaria para el bombeo de protones de H^+ del estroma hacia el lumen del tilacoide, condición que provoca que **el interior del tilacoide se convierta cada vez más ácido (ph 5) con respecto al estroma (ph 8)**, lo cual genera un gradiente de iones hidrógeno **que permitirán más tarde la producción de ATP mediante la quimioósmosis**.

Reacciones luminosas en las membranas tilacoide

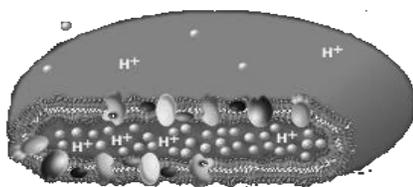


Figura. 8

Este proceso o ruta metabólica es continuo, por lo que debemos recordar que el suministro de electrones (energía) en las clorofilas del fotosistema II no se agota. ¿Pero cómo se resuelve el problema?

Fotólisis

La clorofila (P680) del fotosistema II, necesita recuperar la energía que desprendió en forma de 2 electrones de alta energía al ser excitada por los fotones, pues el resultado es que queda en

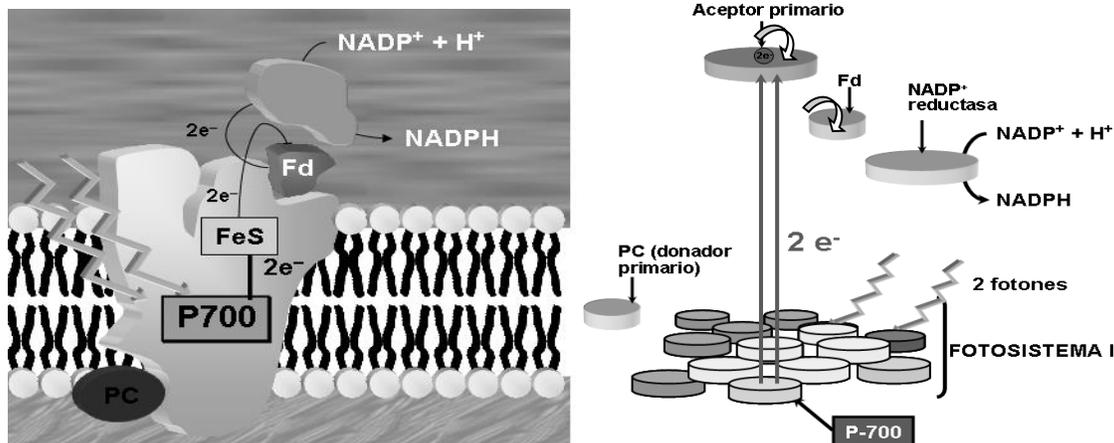
estado oxidada. **Una molécula de P680 que dona electrones al aceptor primario** adquiere una carga positiva. Esta molécula **es una agente oxidante** tan fuerte, que es capaz de **extraer electrones** del átomo de oxígeno (esto es, oxidarlo) de una molécula **de agua**. En una reacción catalizada por una enzima, **el proceso de fotólisis (“rotura por luz”) descompone agua en sus componentes: dos electrones, dos protones (H⁺) y oxígeno**. Cada electrón es donado a la molécula de P680 (recuperando los que desprendió durante la excitación provocada por los fotones), y los protones se liberan en el espacio interior del tilacoide (ver fig.7a). Dado que el oxígeno no existe en forma atómica en las células, el producido por la rotura de una molécula de agua se escribe $\frac{1}{2}\text{O}_2$. **Deben participar dos moléculas de agua para liberar una molécula de oxígeno (O₂)**, que finalmente se libera a la atmósfera. La fotólisis del agua es una reacción notable, pero su nombre es un tanto engañoso porque da la idea de que se descompone agua por efecto de luz. En realidad, la luz separa el agua de forma indirecta, al oxidar moléculas de P680.

De esta forma, el fotosistema II utiliza la energía de la luz para oxidar moléculas de agua (fotólisis), produciendo electrones, oxígeno y protones (H⁺). **Los hidrógenos liberados en el interior del tilacoide, junto con los que son bombeados por la plastoquinona y el complejo de citocromos contribuyen a la síntesis del ATP.**

Fotosistema I

El centro de reacción del fotosistema I (P700) está constituido principalmente por la clorofila *a* y en menos porcentaje por la clorofila *b*, situación que hace que el máximo de absorción de la longitud de onda en el espectro visible de éste fotosistema sea de 700 nanómetros. Las reacciones en este fotosistema inician igual que en el fotosistema II, cuando una molécula de pigmento de un complejo antena absorbe un fotón de energía lumínica. Esta energía es transferida al centro de reacción, donde hace que una molécula de P700 que se encuentra en estado oxidado pase a un nivel de energía alto (reducción), el cual inmediatamente transfiere dos electrones a un aceptor primario (oxidándose nuevamente), que para el caso del fotosistema I se trata de la **ferrosulfoproteína (FeS)** que se reduce. Esta energía ahora es transportada (oxidándose la FeS) a la **ferrodoxina**, la cual antes de recibir los electrones se encuentra en estado oxidado y una vez que los acepta se reduce. Esta reacción es exergónica, pues libera algo de la energía contenida en los electrones.

La ferrodoxina reducida se va a encargar de reducir al NADP⁺ para formar NADPH+H⁺. **Su función principal es transportar a los electrones excitados desde el fotosistema I hacia el complejo de la enzima NADP-reductasa, quien cataliza la reducción del NADPH+H⁺.**



El fotosistema I, evolutivamente es más antiguo que el fotosistema II, es decir, los primeros organismos fotoautótrofos sólo producían ATP por fotofosforilación cíclica (más adelante se describe).

Durante las reacciones que se llevan a cabo durante el fotosistema I, se produce el $\text{NADP} + \text{H}^+$ que junto con el ATP que se origina en el fotosistema II van a servir como energía química para que se puedan realizar las reacciones independientes de luz. Este proceso es continuo, pues **los electrones que cede el fotosistema I al aceptor primario (FeS) son recuperados por los electrones que llegan del fotosistema II a través de la plastocianina**, de manera que las reacciones no se detienen.

Fotofosforilación

La alta energía almacenada en los electrones de la clorofila excitada por la luz puede ser transferida a moléculas aceptoras no pigmentarias que se encuentran en estado oxidado (feofitina en el FSII y ferrosulfoproteína en el FSI). Cuando estas moléculas se reducen, pueden a su vez reducir a otras moléculas, estableciendo un flujo de electrones entre moléculas transportadoras de energía.

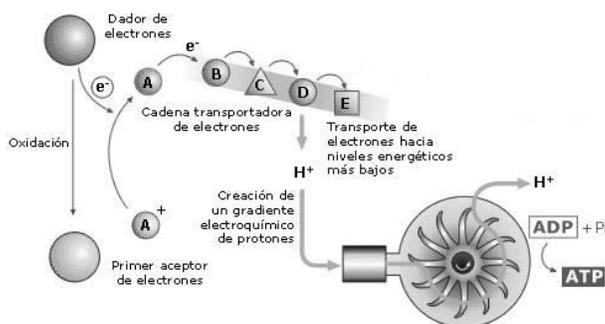


Figura. 9

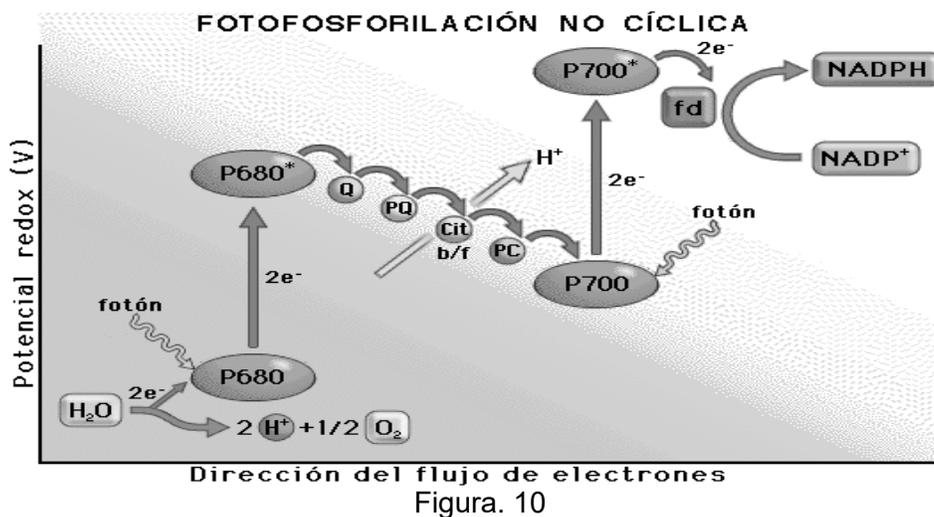
El paso de los electrones de una molécula a otra, provoca que se vaya perdiendo energía en cada paso, es decir, **los electrones liberan energía cada vez que pasan de un transportador a otro**. Esta energía es capturada por la síntesis quimioosmótica del ATP en un proceso denominado **fotofosforilación**.

La fotofosforilación es un proceso de acumulación de energía libre que procede de reacciones

de oxidorreducción y se acumula en forma de ATP. **El ATP es utilizado en las reacciones oscuras como una fuente de energía para la síntesis endergónica de los carbohidratos.**

Flujo de electrones (fotofosforilación) no cíclico. Involucra el fotosistema I y II para producir ATP y NADPH+H⁺

En la fotofosforilación no cíclica, que es la reacción fotodependiente más común, **participan tanto el fotosistema I como el II. La luz energiza electrones, que pasan por una cadena de transporte de electrones desde la fuente original de éstos, el agua, al receptor final, el NADPH+H⁺.** El recorrido en zig-zag (ver figura.10) algunas veces recibe el nombre de esquema Z. Por cada dos electrones que se integran a esta vía, hay un rendimiento de energía de dos moléculas de ATP y una de NADPH+H⁺.



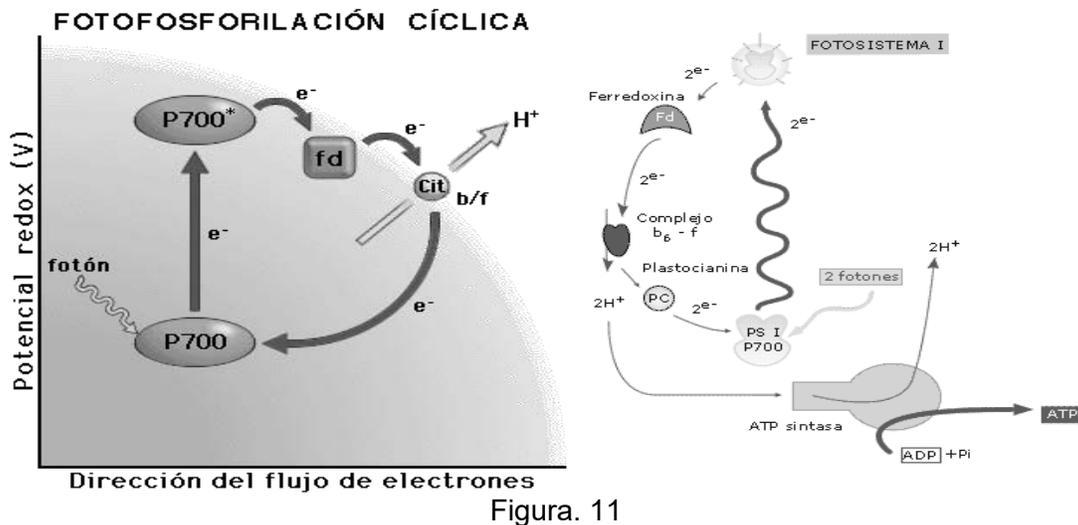
En el flujo de electrones no cíclico, la energía lumínica se utiliza para oxidar el agua, formando O₂, H⁺ y electrones. Los electrones del agua reponen los que las moléculas de clorofila pierden cuando son excitados por la luz. A medida que los electrones pasan desde el agua hacia la clorofila y finalmente al NADP⁺, atraviesan una serie de transportadores de electrones. Estas reacciones redox son exergónicas y parte de la energía liberada se utiliza finalmente **para fosforilar al ADP y formar al ATP por un mecanismo quimioosmótico.**

En suma, el flujo de electrones no cíclico (ruta metabólica no cíclica) usa una molécula de agua, cuatro fotones (dos absorbidos por el FSI y dos por el FSII), una molécula cada uno de NADP⁺ y ADP y un Pi. A partir de estos ingredientes cada uno produce una molécula de NADPH+H⁺, ATP y media molécula de oxígeno ($1/2 O_2$). **Una fracción sustancial de la energía de la luz absorbida en el flujo de electrones no cíclico se pierde como calor, pero una fracción significativa es capturada en ATP y NADPH+H⁺.**

Flujo de electrones (fotofosforilación) cíclico. Involucra solamente el fotosistema I para producir ATP

El flujo de electrones no cíclico produce iguales cantidades de ATP y NADPH+H⁺; sin embargo, en la fijación de una molécula de CO₂ durante las reacciones oscuras, se requiere de dos moléculas de NADPH+H⁺ y tres de ATP. La cantidad de esta última molécula no satisface las necesidades del ciclo de Calvin, por lo tanto, **se requiere de la producción de más ATP**

durante las reacciones lumínicas. Para mantener el equilibrio, algunas veces las plantas usan una forma de flujo adicional de electrones que no genera $\text{NADPH} + \text{H}^+$.



En el flujo de electrones cíclico, los electrones transferidos a la ferredoxina desde el P700 , en vez de ser cedidos al NADP^+ , pasan por unos componentes que los llevan de nuevo al complejo de citocromos. Cuando los electrones fluyen a través de la cadena de transportadores de electrones, se bombea H^+ del estroma al interior del tilacoide y el gradiente electroquímico (diferencias de pH) resultante impulsa para fosforilar el ADP y producir ATP .

El proceso cíclico (ruta metabólica cíclica) estará favorecido cuando la concentración de NADP^+ sea baja, debido a su acumulación como $\text{NADPH} + \text{H}^+$. Puesto que se necesita más ATP que $\text{NADPH} + \text{H}^+$ para reducir CO_2 , la habilidad para producir ATP , solo o junto con el $\text{NADPH} + \text{H}^+$, da una ventaja a las células verdes.

Quimiósmosis

En el sistema de transporte de electrones (ferredoxina y el complejo de citocromos) del fotosistema II los electrones energéticos se mueven de un transportador a otro. Estos transportadores no producen directamente la síntesis de ATP ; en lugar de eso, la energía liberada durante el transporte se utiliza para generar un gradiente de concentración de iones hidrógeno (diferencia de pH entre el estroma y el interior del tilacoide) a través de la membrana del tilacoide. En una reacción completamente aparte (quimiósmosis), la energía almacenada en este gradiente potencia la síntesis de ATP que es regulada por la enzima ATP-sintetasa .

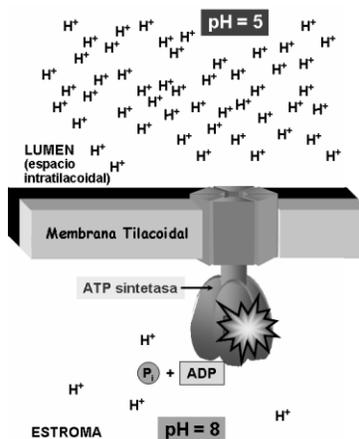


Figura. 12

En el primer paso de las reacciones luminosas de la fotosíntesis, un fotón choca con el complejo antena del fotosistema II, y la energía es absorbida por una molécula de pigmento. La energía salta de una molécula a otra dentro del complejo hasta que llega al centro de reacción de la clorofila. Aquí, un electrón absorbe la energía y es expulsado a la molécula de clorofila.

El electrón se mueve de un transportador a otro, perdiendo energía en estos pasos. La energía liberada de las reacciones redox se utiliza para el transporte activo de iones hidrógeno (participa la ferredoxina y el complejo de citocromos) a través de la membrana tilacoidal a partir del estroma hacia adentro del compartimiento del tilacoide. Este transporte **eleva la concentración de iones de hidrógeno** (al aumentar, el medio del interior del tilacoide se hace más ácido: ph 5). La membrana del tilacoide no permite que los iones de hidrógeno escapen hacia fuera, excepto a través de los canales proteicos específicos que están asociados a **la enzima ATP-sintetasa que sintetiza al ATP a partir de ADP**. Cuando los iones de hidrógeno fluyen a través de estos canales hacia el estroma para regular el ph, la energía liberada es utilizada para producir ATP.

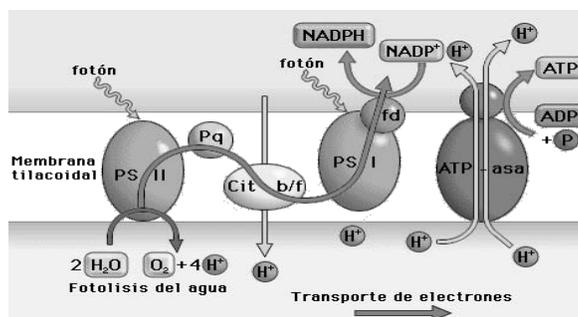


Figura. 13

Anexo 13**CUESTIONARIO SOBRE LA LECTURA SOBRE REACCIONES LUMÍNICAS
(rompecabezas III)**

Instrucciones: De las opciones que se te presentan, subraya la que considera que responde a la pregunta.

1. Durante el proceso de fotosíntesis.....

- a) los organismos heterótrofos pueden regular su metabolismo.
- b) se produce energía contenida sólo en moléculas de ATP.
- c) existe gasto de energía que afecta el metabolismo de las plantas.
- d) las plantas incorporan nutrientes a su metabolismo, a través de la absorción de agua mediante sus raíces.
- e) la energía luminosa se transforma en energía química, que será utilizada para producir azúcares y liberar oxígeno a la atmósfera.

2. Para que las reacciones que integran al proceso de la fotosíntesis se realicen, es necesario.....

- a) agua, oxígeno y luz.
- b) bióxido de carbono, agua y glucosa.
- c) luz, agua y bióxido de carbono.
- d) ATP, oxígeno y monóxido de carbono.
- e) azúcares, NADPH y luz.

3. La clorofila absorbe, principalmente longitudes de onda _____ y _____ del espectro visible.

- a) azul, rojo
- b) amarillo, violeta
- c) blanco y verde
- d) café y rosa
- e) rojo, anaranjado

4. El centro de reacción P680, está constituido por moléculas de clorofila a y b que corresponde al:

- a) Fotosistema I.
- b) Fotosistema II.
- c) Flujo de electrones cíclico.
- d) Complejo de citocromos.
- e) Proceso de fijación del bióxido de carbono.

5. El oxígeno que se libera a la atmósfera, durante las reacciones lumínicas proviene de la molécula de:

- a) Bióxido de carbono.
- b) Adenín trifosfato.
- c) Agua.
- d) Monóxido de carbono.

e) Glucosa.

6. En este proceso se aprovecha el gradiente de concentración de H^+ formado por el paso de electrones del fotosistema II al fotosistema I, para sintetizar ATP a partir de la enzima ATP-sintetasa:

- a) Fotorespiración.
- b) Carboxilación.
- c) Quimiósmosis.
- d) Fotólisis.
- e) Reducción.

7. Al pasar los electrones por la plastoquinona y el complejo de citocromos, van liberando energía necesaria para el bombeo de protones de hidrógeno del estroma, a través de la membrana del tilacoide, situación que provoca que el interior del tilacoide se haga cada vez más:

- a) Salado.
- b) Neutro.
- c) Básico.
- d) Ácido.
- e) Irregular.

8. Durante este proceso, sólo se produce $NADPH+H$ y participa la ferredoxina como un transportador de electrones.

- a) Fotosistema I.
- b) Fotosistema II.
- c) Flujo de electrones no cíclico.
- d) Oxidación.
- e) Regeneración.

9. En el flujo de electrones no cíclico.....

- a) participa sólo el fotosistema II para producir ATP.
- b) participa sólo el fotosistema I para reducir $NADPH+H$.
- c) participan el fotosistema I y II para producir ATP y reducir $NADPH+H$.
- d) la energía liberada hacia el tilacoide, provoca que las reacciones lumínicas se detengan.
- e) disminuye el efecto de los fotones de la luz, sobre el complejo antena de los fotosistemas I y II.

10. En el _____, los electrones transferidos a la ferredoxina desde el P700, en vez de ser cedidos al $NADP^+$, pasan por unos componentes que los llevan de nuevo al complejo de citocromos para sintetizar sólo ATP.

- a) rompimiento de la molécula de agua.
- b) flujo de electrones no cíclico.
- c) bombeo de protones de H^+ .
- d) flujo de electrones cíclico.
- e) complejo de citocromos.

Anexo 14

Lectura No. 2 Reacciones Oscuras de la Fotosíntesis

La segunda vía principal de la fotosíntesis es el ciclo de Calvin-Benson. Las reacciones de esta vía permiten incorporar CO_2 en azúcares.

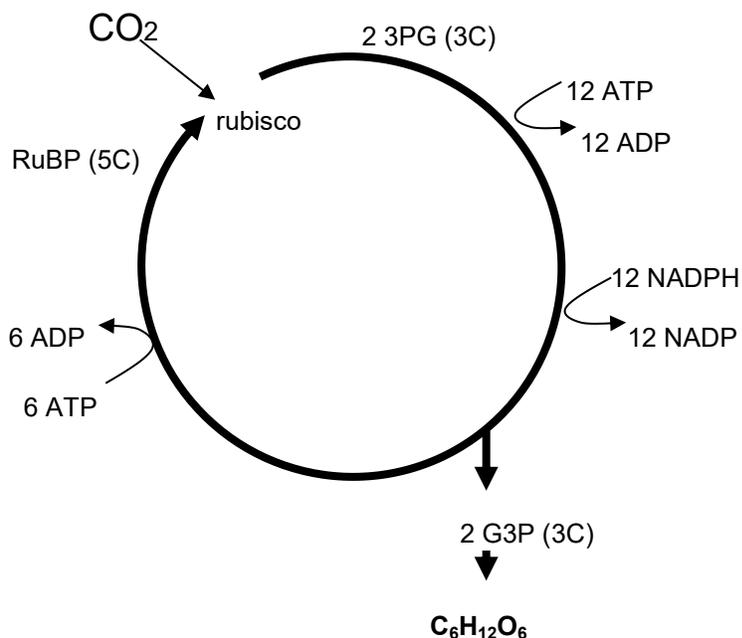
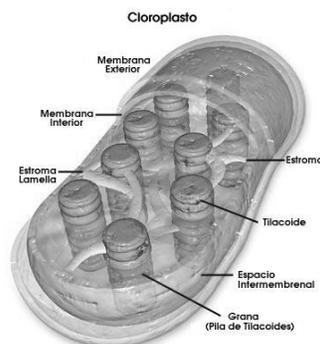


Figura. 1

La mayor parte de las enzimas que catalizan las reacciones de esta vía están disueltas en el **estroma** del cloroplasto (el líquido por fuera de los tilacoides) y es aquí **donde tienen lugar las reacciones**.



Estas reacciones se denominan a veces “reacciones oscuras” porque no requieren directamente la energía lumínica. Sin embargo, **utilizan energía del ATP y del NADPH**, producidos en los tilacoides durante las reacciones lumínicas, para **reducir el CO_2 a carbohidratos** y por lo tanto, estas reacciones requieren la luz en forma indirecta.

La ecuación general de la reacción independiente de la luz es:



Donde se puede observar que para que se realicen efectivamente las reacciones independientes de la luz, es necesario contar con energía química contenida en el ATP y el poder reductor del NADPH.

Como se muestra en la figura 1 y 2; **la reacción inicial** en el ciclo de Calvin-Benson, **fija el compuesto de un solo carbono CO₂ en un compuesto de cinco carbonos** (ribulosa 1, 5-bifosfato: **RuBP**) para formar un compuesto intermediario de seis carbonos, que se degrada de inmediato y da lugar a **dos moléculas de tres carbonos de 3-fosfoglicerato (3PG)**.

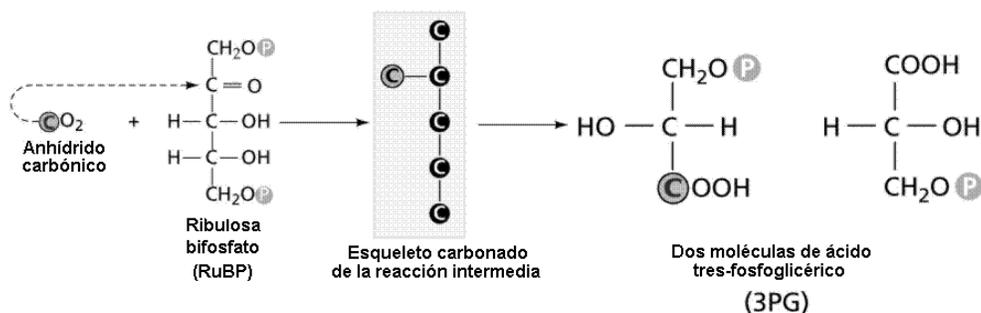


Figura. 2

La enzima que cataliza la reacción de fijación, ribulosa bifosfato carboxilasa/oxigenasa (**rubisco**), es la proteína más abundante en el mundo y comprende el 20% de toda la proteína en todas las hojas de las plantas.

El ciclo de Calvin-Benson usa los compuestos de alta energía fabricados en los tilacoides durante las reacciones lumínicas (ATP, NADPH) para reducir el CO₂ a carbohidratos.

Hay tres procesos que forman el ciclo:

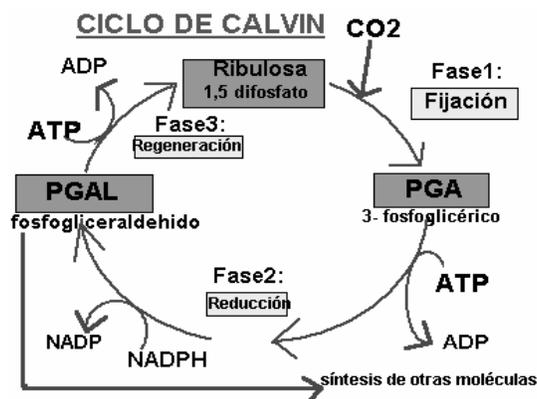


Figura. 3

El primer de ellos es la **fijación del CO₂ o carboxilación**, que como ya vimos es catalizada por rubisco. La molécula 1, 5 ribulosa-difosfato de cinco carbonos será a la que se le incorpore el carbono proveniente del CO₂ y el resultado será una molécula de seis carbonos, la cual es

muy inestable e inmediatamente se divide en dos moléculas de tres carbonos cada una. Estas moléculas recién formadas reciben el nombre de **3-fosfoglicerato (3PG)**.

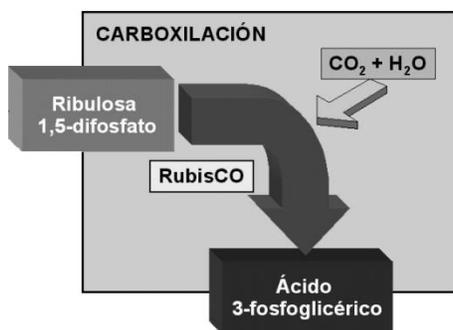


Figura. 4

El proceso de carboxilación, **ocurre principalmente en las células del mesófilo de las hojas**. De esta forma, el primer evento de las reacciones oscuras es la fijación del carbono del CO₂ a un aceptor de cinco carbonos (**RuBP**) para formar 2 moléculas de **3PG**.

El segundo proceso llamado de **reducción**, **es la conversión del CO₂ fijado en carbohidratos (G3P= Gliceraldehído 3-fosfato o PGAL= fosfogliceraldehído)**. Esta serie de reacciones **involucra una fosforilación** (usando el ATP fabricado en las reacciones lumínicas) **y una reducción** (usando el NADPH fabricado en las reacciones lumínicas).

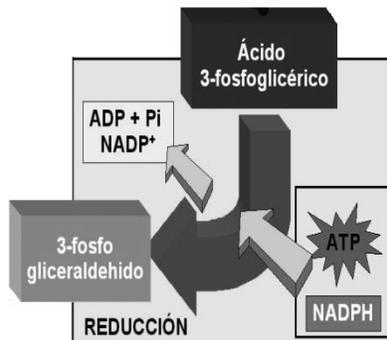


Figura. 5

Durante este proceso, las dos moléculas de 3PG se fosforilizan con dos fosfatos que provienen de dos moléculas de ATP, **dando como resultado dos moléculas llamadas 1, 3 difosfoglicerato**, los cuales ahora van a presentar en su esqueleto químico dos fosfatos, de ahí el nombre.

La siguiente reacción de este proceso, es la **incorporación de átomos de hidrógeno provenientes de NADPH** que se produjo durante las reacciones lumínicas. Concretamente, las dos moléculas de 1, 3difosfo-glicerato se reducen al recibir un átomo de hidrógeno cada una, lo que **produce ahora dos moléculas de Gliceraldehído 3-fosfato** (con un esqueleto de 3 carbonos cada una).

Estos dos átomos de hidrógeno provienen de dos moléculas de NADPH, los cuales al donar hidrógenos se oxidan y regresan para iniciar nuevamente su reducción en las reacciones del

flujo de electrones no cíclico, durante la fase luminosa de la fotosíntesis.

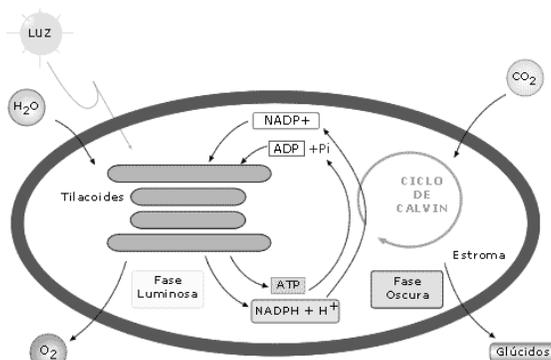


Figura . 6

En esta figura, se observa como la energía química en la que se transformó la energía de la luz (ATP y NADPH), durante las reacciones lumínicas (primera vía de la fotosíntesis) es usada para intervenir durante el proceso de reducción del ciclo de Calvin-Benson. Una vez que transfieren la energía contenida en sus enlaces químicos, **estas moléculas se oxidan quedando como ADP y NADP para regresar al sistema de tilacoides y volverse a reducir**. De esta forma, la transferencia de energía se mantiene constante de las reacciones lumínicas a las reacciones oscuras.

En resumen, en el **proceso de reducción** del ciclo de Calvin-Benson dos moléculas de 3-fosfoglicerato (**3PG**) **se reducen para convertirse** en dos moléculas de Gliceraldehído 3-fosfato (**G3P**). Para lo cual, se utilizaron dos ATP y dos NADPH que se oxidaron al donar su energía para producir dos G3P.

Hay dos destinos posibles para el **G3P** que termina como producto del ciclo de Calvin-Benson. En una hoja típica, casi la tercera parte termina en el polisacárido **almidón**, que es almacenado en el cloroplasto y sirve como fuente de glucosa para ser empleada durante la respiración de la planta y dos terceras partes del G3P son convertidas al disacárido **sacarosa**, que es transportada fuera de la hoja hacia otros órganos en la planta, donde **es hidrolizado** (dividido por agua) a sus constituyentes monosacáridos: **glucosa y fructosa**.

La glucosa es un azúcar hexosa, es decir, presenta en su esqueleto químico una estructura formada por seis carbonos; por lo tanto, al desprenderse dos moléculas de G3P de tres carbonos cada uno, da como producto de su unión una molécula hexosa.

Es conveniente hacer un paréntesis para explicar el flujo de carbonos, y así, poder continuar con la descripción de la tercera fase de las reacciones oscuras.

La siguiente figura representa el flujo de átomos de carbono durante el ciclo de Calvin-Benson, la cual puede ser interpretada de dos maneras: *primero* siguiendo la ruta de un carbono que proviene de CO_2 y se fija a una molécula aceptora de 5 carbonos, esta molécula como se ha señalado anteriormente es muy inestable y se divide inmediatamente a dos moléculas de 3 carbonos cada una, estas moléculas se reducen (con gasto de 2 ATP y 2 NADPH) para formar 2 moléculas de G3P, ambas de 3 carbonos. Ahora bien, siguiendo una secuencia lógica, una de las dos moléculas se desprende de un carbono que sale del ciclo (para integrarse a la formación de la glucosa de 6 carbonos), con lo cual quedan 5 carbonos que por isomerización y gasto de 1 ATP se reestructuran para formar una molécula de 5 carbonos, que será el aceptor

que permita fijar un nuevo carbono del CO_2 . De esta forma el flujo de carbonos es continua, razón por la que **la segunda fase de la fotosíntesis es una ruta metabólica cíclica**, conocida como el ciclo de Calvin-Benson. **Por cada vuelta se fija un átomo de carbono de la molécula de CO_2 con gasto de 3 ATP y dos NADPH. El carbono que sale del ciclo será parte del esqueleto químico de la glucosa u otros azúcares complejos.**

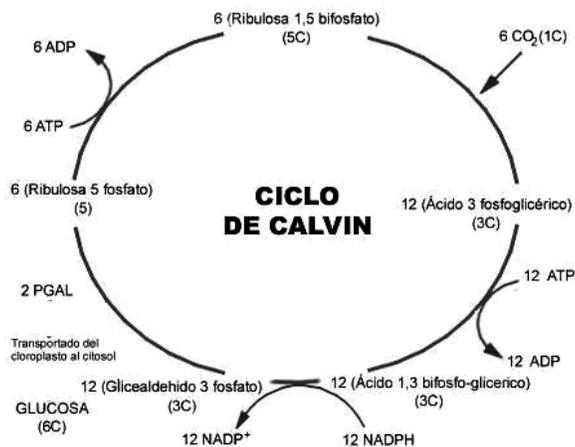


Figura. 7

La explicación anterior, hace referencia al flujo de un carbono a través de todo el ciclo. Sin embargo, **para formar una molécula de glucosa se requiere de 6 moléculas de CO_2** , pues en cada vuelta sólo se desprende del ciclo un carbono, por lo tanto **son necesarias seis vueltas para producir una molécula de glucosa**. Es por ello, que la *segunda* forma de interpretar el flujo de carbonos en la figura anterior, es a partir de dar inicio con **6 CO_2** que **se fijan** a 6 moléculasceptoras de 5 carbonos cada una (**30C**), para producir 6 moléculas de 6 carbonos (**36C**) que se dividen inmediatamente en 12 moléculas de 3 carbonos cada una (**36C**). Después de pasar por el proceso de **reducción** se mantienen 12 moléculas de 3 carbonos (**36C**), pero en éste paso se hay un gasto de 12 ATP y 12 NADPH (una por cada molécula de 3 carbonos). Dos de estas 12 moléculas de 3 carbonos salen del ciclo para unirse y formar una azúcar hexosa (**glucosa**), por lo tanto, siguen en el ciclo 10 moléculas de 3 carbonos (**30C**) las cuales modificaran sus estructuras químicas para **regenerar** las 6 moléculas de 5 carbonos e iniciar nuevamente el ciclo. En el paso anterior, existe un gasto de 6 ATP; en consecuencia, **para fijar 6 CO_2 y producir una molécula de glucosa, se requiere que el ciclo de seis vueltas con un gasto de 18 ATP y 12 NADPH**. Estas últimas moléculas, son productos de las reacciones lumínicas de la fotosíntesis, donde se transforma la energía lumínica en energía química.

Después de la explicación anterior, resulta más fácil comprender el tercer proceso del ciclo de Calvin-Benson, el de **regeneración** del aceptor del CO_2 , RuBP.

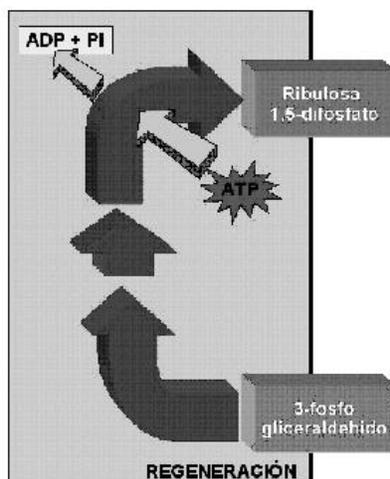


Figura. 8

El tercer proceso del ciclo de Calvin-Benson, consiste básicamente en la **regeneración de moléculas de 1, 5 ribulosa-difosfato** (RuBP) a partir de las moléculas de Gliceraldehído 3-fosfato (G3P), quien tendrá la función de ser el aceptor primario de las moléculas de CO_2 para iniciar el ciclo. **Durante este proceso habrá un gasto de seis ATP.**

En suma, **los tres procesos involucrados en las reacciones independientes de la luz (ciclo de Calvin-Benson), cumplen con la producción (síntesis) de compuestos orgánicos a partir de la energía química almacenada en ATP y NADPH que se produjeron durante las reacciones dependientes de la luz.**

Es importante recordar, que **las reacciones oscuras son independientes de la luz, pero esto no significa que sólo se realicen durante la noche, de hecho esta serie de reacciones las realizan las plantas todo el tiempo**, pues los productos obtenidos son el material orgánico fundamental para su mantenimiento.

Los productos del ciclo de Calvin-Benson son de crucial importancia para la biosfera, porque los enlaces covalentes representan el rendimiento total de energía obtenida por las plantas a partir de la luz. De hecho, el carbono de la glucosa es incorporado en los aminoácidos, los lípidos y los bloques de construcción de ácidos nucleicos.

Gran parte de esta energía almacenada es liberada mediante la glucólisis y la respiración celular durante el crecimiento de la planta. Sin embargo, mucha materia vegetal termina siendo consumida por los animales (heterótrofos).

Anexo 15. Material para participar en el rally de conocimientos

Rally de conocimientos

Instrucciones:

1. Cada equipo recibirá un sobre sellado del color distintivo elegido anteriormente, que contiene una serie de 10 reactivos elaborados a partir del contenido de la lectura y la exposición.
2. No debe abrirse el sobre hasta que se les indique.
3. Una vez que se abra el sobre, deben organizar las tarjetas con las preguntas del 1 al 10.
4. Responder las preguntas en el orden correspondiente con bolígrafo o lápiz, es decir, contestar la pregunta 1 y entregar la respuesta junto con el conector al profesor.
5. No se recibirán respuestas sin conector y viceversa.
6. En cuanto se tenga la respuesta y el conector entregarlo inmediatamente para continuar con la siguiente pregunta y así sucesivamente hasta contestar todas.
7. Sólo contarán con 30 minutos.

Para evaluar, se asignará un puntaje a cada equipo con base en un resultado general, y este puntaje se le asignará a cada integrante. El rally está constituido de 5 series de 10 preguntas (una serie por equipo), por lo que el total de preguntas es de 50, en consecuencia 50 respuestas con un valor de un punto cada uno. El total de aciertos se dividirá entre 5 (número de equipos); lo que resulte de la operación, será la calificación para el grupo.

¡MUCHA SUERTE!

Reactivos contenidos en los cinco sobres

1. ¿Cuáles son las dos moléculas energéticas que se producen en las reacciones lumínicas, necesarias para que se realice el ciclo de Calvin?

Entrega la tarjeta con la respuesta junto con un chocolate tin-larin al profesor.

2. ¿Cuál es el nombre de la molécula de 3 carbonos, que se forma después de que el CO_2 se fijó al 1,5 ribulosa-difosfato (RuBP) en las plantas C3?

Entrega la tarjeta con la respuesta junto con un beso impreso en la frente de cada integrante del equipo al profesor.

3. ¿Qué nombre recibe el primer proceso, de las reacciones oscuras de la fotosíntesis?

Entrega la tarjeta con la respuesta junto con cinco agujetas amarradas al profesor.

4. ¿Cuál es el nombre del proceso, donde las moléculas de 3-fosfoglicerato (3PG) se convierten a moléculas de gliceraldehído 3-fosfato (G3P) con gasto de ATP y $\text{NADPH}+\text{H}^+$?

Entrega la tarjeta con la repuesta junto con cualquier producto hecho en México al profesor.

5. ¿Cuántas moléculas de ATP y $\text{NADPH}+\text{H}^+$ se requieren durante el proceso de reducción, si inicialmente se fijaron 6 moléculas de CO_2 ?

Entrega la tarjeta con la respuesta junto con dos dichos populares escritos al profesor.

6. ¿Cuál es el nombre del tercer proceso de las reacciones oscuras de la fotosíntesis?

Entrega la tarjeta con la respuesta junto con un acróstico utilizando la palabra clorofila al profesor.

7. Explica, qué ocurre durante las reacciones oscuras de la fotosíntesis.

Entrega la tarjeta con la respuesta junto con una hoja vegetal en forma de corazón al profesor.

8. ¿La fotorespiración hace más eficiente a las plantas, para fijar el CO_2 ?

Entrega la tarjeta con la respuesta junto con un zapato-tenis del número 7 al profesor.

9. ¿Cuál es el nombre de la molécula de 4 carbonos, que resulta de la fijación del CO_2 en las plantas C4 y CAM?

Entrega la tarjeta con la respuesta junto con dos gises de colores al profesor.

10. ¿Qué significa CAM?

Entrega la tarjeta con la respuesta junto con un insecto al profesor.

1. ¿Cuál es la molécula que proporciona carbono, para integrarse a la glucosa?

Entrega la tarjeta con la respuesta junto con un barco de papel al profesor.

2. ¿Cuál es el nombre de la enzima que permite la fijación del CO_2 , en las plantas CAM?

Entrega la tarjeta con la respuesta junto con dos flores de distinto color al profesor.

3. ¿Qué otro nombre recibe la fijación de CO_2 , en las reacciones oscuras de la fotosíntesis?

Entrega la tarjeta con la respuesta junto con un acróstico utilizando la palabra estroma al

profesor.

4. Durante este proceso, existe gasto de ATP y NADPH+H para formar moléculas de gliceraldehído 3-fosfato (G3P).

Entrega la tarjeta con la respuesta junto con un refresco de lata al profesor.

5. ¿Cuántas moléculas de ATP y NADPH+H se requieren durante el proceso de reducción, si inicialmente se fijó una molécula de CO₂?

Entrega la tarjeta con la respuesta junto con dos vasos de unicel al profesor.

6. ¿Cuál es el nombre del tercer proceso de las reacciones oscuras de la fotosíntesis?

Entrega la tarjeta con la respuesta junto con un elefante al profesor.

7. Explica, qué ocurre durante las reacciones oscuras de la fotosíntesis.

Entrega la tarjeta con la respuesta junto con la fórmula general de la fotosíntesis al profesor.

8. ¿La fotorespiración hace más eficiente a las plantas, para fijar el CO₂?

Entrega la tarjeta con la respuesta junto con la impresión de tres besos en el rostro de un varón del equipo al profesor.

9. ¿Cuál es el nombre de la molécula de 4 carbonos, que resulta de la fijación del CO₂ en las plantas C4 y CAM?

Entrega la tarjeta con la respuesta junto con un zapato del número 3 al profesor.

10. ¿Qué significa CAM?

Entrega la tarjeta con la respuesta junto con un balón al profesor.

1. ¿En qué parte del cloroplasto se realizan las reacciones oscuras de la fotosíntesis?

Entrega la tarjeta con la respuesta junto con una bolsa de papas fritas al profesor.

2. ¿A qué molécula de 5 carbonos se fija el CO₂?

Entrega la tarjeta con la respuesta junto con un ratón al profesor.

3. ¿Qué otro nombre recibe la carboxilación, en las reacciones oscuras de la fotosíntesis?

Entrega la tarjeta con la respuesta junto con un avión de papel al profesor.

4. ¿Cuál es el nombre del proceso, en el que se da la conversión del CO₂ fijado en carbohidratos?

Entrega la tarjeta con la respuesta junto con un acróstico utilizando la palabra estroma al profesor.

5. ¿Cuál es el nombre de la molécula que se forma, después del proceso de reducción?

Entrega la tarjeta con la respuesta junto con unos lentes oscuros al profesor.

6. ¿Cuál es el nombre del tercer proceso de las reacciones oscuras de la fotosíntesis?

Entrega la tarjeta con la respuesta junto con cinco fichas de refresco al profesor.

7. Explica, qué ocurre durante las reacciones oscuras de la fotosíntesis.

Entrega la tarjeta con la respuesta junto con la fórmula general de la fotosíntesis al profesor.

8. ¿Cuál es el gas que se libera durante la fotorespiración?

Entrega la tarjeta con la respuesta junto con dos cinturones de color café al profesor.

9. ¿Qué nombre reciben las plantas, que han sustituido la enzima rubisco por la PEP-carboxilasa, como una adaptación para fijar el CO_2 de forma más eficiente?

Entrega la tarjeta con la respuesta junto con el nombre por escrito del director de la escuela al profesor.

10. ¿Qué significa CAM?

Entrega la tarjeta con la respuesta junto con dos refranes populares por escrito al

1. ¿Qué molécula se reduce a carbohidratos, durante las reacciones oscuras de la fotosíntesis?

Entrega la tarjeta con la respuesta junto con la fórmula general de la fotosíntesis al profesor.

2. ¿Cuál es el nombre de la molécula de 4 carbonos, que se forma después de que el CO_2 se incorpora al 1,5 ribulosa-difosfato (RuBP) en las plantas C4?

Entrega la tarjeta con la respuesta junto con una hoja de planta en forma de corazón al profesor.

3. ¿Qué proceso está regulado por la enzima rubisco, en plantas C3?

Entrega la tarjeta con la respuesta junto con un avión de papel al profesor.

4. ¿En qué proceso del ciclo de Calvin-Benson, se da un gasto energético de 12 ATP y 12 NADPH+H para producir 12 moléculas de gliceraldehído 3-fosfato (G3P), en la fijación de 6 moléculas de CO_2 ?

Entrega la tarjeta con la respuesta junto con un acróstico utilizando la palabra glucosa al profesor.

5. ¿Cuál es el nombre de la molécula que se forma, después del proceso de reducción?

Entrega la tarjeta con la respuesta junto con tres dulces diferentes al profesor.

6. ¿Qué nombre recibe el proceso, mediante el cual se forman nuevamente moléculas 1,5 ribulosa-difosfato (RuBP) a partir de moléculas de gliceraldehído 3-fosfato (G3P), que se mantuvieron en el ciclo?

Entrega la tarjeta con la respuesta junto con una gallina al profesor.

7. Explica, qué ocurre durante las reacciones oscuras de la fotosíntesis.

Entrega la tarjeta con la respuesta junto con el nombre de los equipos de fútbol profesional que juegan en el DF. al profesor.

8. ¿Cómo se llama el proceso por el cual, en lugar de fijar CO_2 y liberar oxígeno, se fija oxígeno y se libera CO_2 ?

Entrega la tarjeta con la respuesta junto con cualquier producto hecho en México al profesor.

9. ¿Qué nombre reciben las plantas, que han sustituido la enzima rubisco por la PEP-carboxilasa, como una adaptación para fijar el CO_2 de forma más eficiente?

La entrega de la tarjeta con la respuesta al profesor, la hará un integrante del equipo sobre los hombros de otro.

10. ¿Qué significa CAM?

Entrega la tarjeta con la respuesta junto con el nombre por escrito del rector de la UNAM al

profesor.

1. ¿Qué nombre recibe el ciclo de reacciones oscuras de la fotosíntesis?
Entrega la tarjeta con la respuesta junto con un barco de papel al profesor.
2. ¿Cuál es el nombre de la enzima que permite la fijación del CO_2 , en las plantas C3?
Entrega la tarjeta con la respuesta junto con una gorra al profesor.
3. ¿Qué nombre recibe el proceso, donde el carbono del CO_2 se incorpora a un aceptor de 5 carbonos para formar dos moléculas de 3-fosfoglicerato (3GP)?
Entrega la tarjeta con la respuesta junto con cualquier producto hecho en China al profesor.
4. ¿Cuál es el nombre del segundo proceso del ciclo de Calvin-Benson?
Entrega la tarjeta con la respuesta junto con el escudo de la UNAM al profesor.
5. ¿Cuántas moléculas de ATP y $\text{NADPH}+\text{H}$ se requieren durante el proceso de reducción, si inicialmente se fijó una molécula de CO_2 ?
Entrega la tarjeta con la respuesta junto con un pingüino al profesor.
6. ¿Qué nombre recibe el proceso, mediante el cual se forman nuevamente moléculas 1,5 ribulosa-difosfato (RuBP) a partir de moléculas de gliceraldehído 3-fosfato (G3P), que se mantuvieron en el ciclo?
Entrega la tarjeta con la respuesta junto con dos sacapuntas al profesor.
7. Explica, qué ocurre durante las reacciones oscuras de la fotosíntesis.
Antes de entregar la tarjeta con la respuesta al profesor, el equipo deberá gritar un “**goya**” frente a todo el grupo.
8. ¿La fotorespiración hace más eficiente a las plantas, para fijar el CO_2 ?
Entrega la tarjeta con la respuesta junto con un acróstico utilizando la palabra rubisco al profesor.
9. ¿Cuál es el nombre de la molécula de 4 carbonos, que resulta de la fijación del CO_2 en las plantas C4 y CAM?
Entrega la tarjeta con la respuesta junto con dos flores de color rojo al profesor.
10. ¿Qué significa CAM?
Entrega la tarjeta con la respuesta junto con un refresco de lata al profesor.

Anexo 16

ASIGNACIÓN DE ROLES PARA LOS EQUIPOS COOPERATIVOS

INSTRUCCIONES: En cada equipo se asignarán roles a sus integrantes, la distribución de funciones será de acuerdo a la habilidad, gusto e interés de cada estudiante.

Rol	Función
Compendiador	Se encargará de resumir las principales conclusiones o respuestas generadas en el equipo.
Inspector	Se asegurará de que todos los miembros del equipo puedan decir explícitamente cómo arribaron a una conclusión o respuesta.
Entrenador	Corrige los errores de las explicaciones o resúmenes de los otros miembros.
Narrador	Tiene como tarea pedir a los integrantes del equipo relacionar las actividades a realizar con el material aprendido previamente.
Investigador-mensajero	Consigue los materiales que el equipo necesita y se comunica con los otros equipos y con el profesor.
Registrador	Su función es escribir las decisiones del equipo y editar el reporte de trabajo.
Animador	Reforzará las contribuciones de los miembros del equipo.
Observador	Cuidará que el equipo esté colaborando de manera adecuada.

Tomado de Díaz-Barriga, 2002: 119)

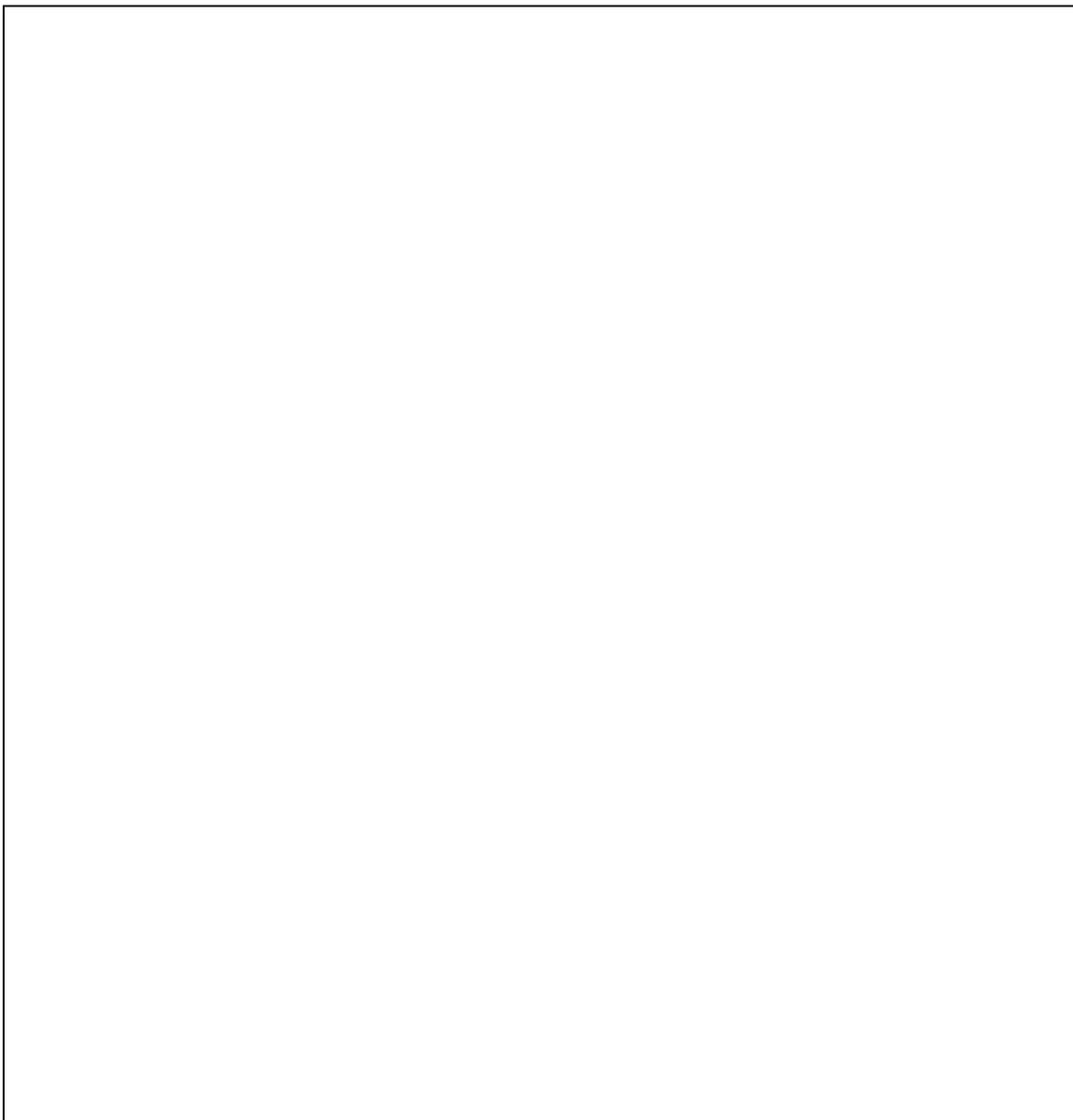
Nota: Un alumno puede asumir una o más funciones.

Anexo 17

OBSERVACIONES DEL COMPENDIADOR

Nombre: _____ Fecha _____

Nombre del equipo: _____ Grupo: _____



Nota: El formato anterior fue el mismo para todos los alumnos, sólo se modificó el rol asignado.

Anexo 18

**CUESTIONARIO PARA LA EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO DE LOS EQUIPOS
COOPERATIVOS EN CLASE.**

GRUPO _____

SESIÓN NO. 1

FECHA _____

ACTIVIDAD:

Nombre del equipo	Los Extrovertidos	Los Campesinos	Los Espinosos	Los Cadillac	Los Últimos
Rasgo por evaluar					
Algún miembro del equipo lo dejo impulsivamente. Platican de tópicos diferentes al trabajo. Los integrantes realizan su propio trabajo mientras ignoran a sus compañeros. No comparten respuestas ni materiales. No corroboran sí los demás han aprendido o no. Trabajan organizadamente Respetaron el tiempo para la actividad Hubo compromiso de los integrantes.					

Anexo 19. Registro de los datos personales de los alumnos del grupo experimental

Tabla 10. Antecedentes personales y académicos de los alumnos del grupo 549 (experimental)

COLEGIO DE CIENCIAS Y HUMANIDADES PLANTEL AZCAPOTZALCO			TURNO MATUTINO HORARIO: 11:00 – 13:00 hrs Número de alumnos: 23									
Nombre	Edad	Sexo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Álvarez Almazán Samuel	16	M	Herrero	Hogar	1	4	Casa	Si	8.59	-	9	9
Álvarez Santillán Dulce B.	17	F	-	-	1	7	Renta	Si	8.6	-	8	8
Barrales Iturbide Eduardo	16	M	Comer	Hogar	4	11	Casa	Si	6.45	9	5	5
Castro Chávez Nora Alejandra	17	F	Obrero	Hogar	2	7	Depto	Si	9	-	10	10
Espindola Flores Margarita	17	F	Taxista	Hogar	2	4	Depto	Si	9.9	-	10	10
Espinosa Alanilla Yessica Z.	16	F	Empleado	Hogar	1	5	Depto	Si	8.86	-	9	9
Figueroa Martínez Nayeli	16	F	Supervisor	Secret	1	6	Casa	Si	8.86	-	9	10
García Lino Sara	17	F	Militar	Militar	2	3	Casa	Si	7.1	2	8	8
Garnica Ortíz Aketzali	16	F	Empresario	Hogar	1	4	Casa	Si	6.4	7	8	6
Hurtado García Leonardo	16	M	Contador	Secret	2	5	Depto	Si	7.3	1	8	9
Juárez Pérez Ma. Fernanda	17	F	Ebanista	Hogar	2	4	Casa	Si	8.3	-	9	9
León García Verónica	18	F	-	Ayudan.	7	8	Casa	No	7.0	10	NP	NP
Maldonado Montes Reyna M.	17	F	-	-	2	5	Casa	Si	8.4	1	9	8
Martínez Mauricio Ma. Gpe.	16	F	Tornero	Hogar	1	5	Casa	Si	9.04	-	9	8
Palos Alcalá Nayely Itzel	16	F	Obrero	Comer	2	3	Casa	No	7.5	9	7	8
Pérez Álvarez Ma. de Jesús	16	F	Empleado	Empleada	2	12	Casa	No	9.13	-	9	9
Rivera Álvarez Sofía Lorena	16	F	Abogado	Secret	2	5	Casa	Si	8.74	-	8	9
Torices Ramírez Ana Laura	16	F	Mécanico	Secret	1	5	Casa	Si	8.1	1	8	9
Vega Zuñiga José Ricardo	17	M	Comer	Comer	4	8	Casa	No	7.6	2	8	8
Sánchez del Angel Leonardo	18	M	Empleado	Hogar	1	4	Casa	Si	7.1	16	8	9
García López Manuel	17	M	Ing.	-	2	4	Casa	Si	7.0	6	7	5
Pérez Reyes Josué	18	M	Comer	Comer	6	7	Casa	Si	8.9	-	8	10
Andrade Valencia Angel	16	M	Empleado	Hogar	2	5	Casa	No	6.8	5	7	5

Anexo 20. Registro de los datos personales de los alumnos del grupo control

Tabla 11. Antecedentes personales y académicos de los alumnos del grupo 518 (control)

COLEGIO DE CIENCIAS Y HUMANIDADES PLANTEL AZCAPOTZALCO			TURNO MATUTINO HORARIO: 9:00 – 11:00 hrs. Número de alumnos: 21									
Nombre	Edad	Sexo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1. Antonio Cisneros Nancy A.	16	F	Admon.	Abogada	1	3	Casa	Si	8.0	-	8	8
2. Arredondo Hernández Jessica	17	F	Comer.	Hogar	4	6	Renta	Si	9.1	-	10	9
3. Aragón Mancera Angel	17	M	Mécanico	Hogar	2	5	Casa	Si	8.88	-	8	10
4. Ayala Cortés Berenice	17	F	-	Secret.	1	5	Casa	Si	8.2	-	9	8
5. Camacho Jiménez Adriana	16	F	Seguridad	Hogar	1	5	Casa	Si	7.1	3	8	8
6. Escutia García Sandra	21	F	Camillero	-	1	2	Depto	No	8.43	-	8	7
7. Falcón Ramírez Andrea	17	F	Veterinario	-	2	5	Depto	Si	7.2	2	7	7
8. Flores Torres Ana Jazmín	17	F	Militar	Militar	2	5	Casa	Si	7.5	3	8	8
9. Fuentes Guerrero Lourdes	17	F	Mécanico	Hogar	1	5	Casa	Si	8.09	2	10	9
10. Fuentes de la Rosa Miriam	16	F	Contador	Abogada	2	5	Depto	No	9.2	-	10	9
11. García Mojica Zac Nicté	16	F	Ing. Agro	Lic. Bio.	1	6	Casa	Si	8.3	-	8	10
12. García Hernández Erika	16	F	Comer.	Téc. adu	1	5	Casa	No	8.2	-	7	7
13. Medina Angeles Mariana	17	F	Empleado	Empleada	1	4	Depto	Si	8.6	-	9	8
14. Moreno Ulloa Jessica	17	F	-	Comer	1	3	Depto	Si	8.68	-	10	10
15. Quijano Mendoza Karina	17	F	Comer	Hogar	2	5	Casa	No	9.1	-	9	10
16. Ramírez Hernández Aidee	17	F	Militar	Hogar	1	4	Depto	Si	8.5	-	9	10
17. Ruíz Arana María Elizabeth	17	F	Técnico	Comer.	2	5	Renta	Si	8.3	-	8	9
18. Saldaña Esquivel Erika	17	F	Mesero	Hogar	2	4	Depto	Si	7.9	1	9	8
19. Sánchez Vidal Luisa	17	F	Comer	Hogar	4	3	Casa	Si	8.3	1	8	7
20. Segura Granados Karen I.	16	F	Prep. Fís.	Hogar	3	6	Casa	Si	8.8	1	8	8
21. Tapia Rojas Marisol	16	F	Comer	Hogar	2	5	Casa	No	9.1	-	9	9